

**PENDUGAAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
KUBANGAN LUMPUR BERDASARKAN ANALISIS DATA
GEOMAGNET**

SKRIPSI

Oleh:

ROZANAH ALIMATUS SYA'DIYAH
NIM.16640016



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIKIBRAHIM
MALANG
2021**

**PENDUGAAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
KUBANGAN LUMPUR BERDASARKAN ANALISIS DATA
GEOMAGNET**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)**

Oleh:

**ROZANAH ALIMATUS SYA'DIYAH
NIM.16640016**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENDUGAAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN KUBANGAN LUMPUR BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOMAGNET

SKRIPSI

Oleh:

Rozanah Alimatus Sya'diyah
16640016

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Pada Tanggal, 30 April 2021

Pembimbing I



Irjan, M.Si
NIP. 19691231 200604 1 003

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika




Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN





PENDUGAAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN KUBANGAN LUMPUR BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOMAGNET

SKRIPSI

Oleh:

Rozanah Alimatus Sya'diyah
16640016

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal: 31 Mei 2021

Penguji Utama	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Sekretaris Penguji	<u>Irian, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Anggota Penguji	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rozanah Alimatus Sya'diyah

NIM : 16640016

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pendugaan Struktur Bawah Permukaan

Kubangan Lumpur Berdasarkan Analisis Data Geomagnet

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil peneltian yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabiladi kemudian hari terbukti atau dibuktikan skripsi ini hasil contekan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 April 2021
Yang Membuat Pernyataan:



Rozanah Alimatus Sya'diyah
NIM. 16640016

\

MOTTO

Semangat, Kita Tidak Pernah Benar-Benar Sendirian

Allah Bersama Kita

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tuaku
Alm Bapak Suhud Ali Pranoto dan Ibu Lailatul Juriyah, S.Pd, serta seluruh
keluarga Bani Nasrip, terimakasih atas segala dukungan, doa dan motivasi
sehingga saya mampu mendapat pendidikan hingga bangku perkuliahan.

Terimakasih untuk segalanya.

.....

Kepada Mas Asyari, Mas Shaubil, Mas Anwar, Mbak Kharisma, Mbak
Qolbi, Mbak Septi, Mbak Ainun, Mbak Feri, Winda, Tiara, Nova, Bella, Neni,
Hani, Eden serta teman – teman jurusan fisika terimakasih atas dukungan,
bantuan, motivasi dan semangat. Terimakasih pula saya ucapkan kepada teman
teman saya yang selalu ada dan memberi dukungan selama saya menyusun skripsi
ini Abid, Miftah, Roni, Andika, Mia, Diba, Tyas, Vio, Yunin, Miska, Adika,
Puspa. Saya memohon maaf apabila ada salah laku maupun perbuatan.

.....

Kepada seluruh dosen Fisika terimakasih telah memberikan ilmu dan motivasi
selama perkuliahan. Terimakasih pula saya ucapkan kepada Admin Fisika telah
membantu hingga akhir.

.....

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Proposal skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Kubangan Lumpur Berdasarkan Analisis Data Geomagnet”.Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang pencerahan dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Irjan, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsiyang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.
5. Bapak, Ibu, Adik dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
6. Sahabat-sahabat Fisika angkatan 2012, 2013, 2014, 2015 dan 2016 yang tiada henti memberikan semangat dalam menyusun proposal ini.
7. Serta terimakasih semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak. Penulisan berharap semoga Proposal Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 01 Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PEGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Batuan	4
2.1.1 Batuan Beku	4
2.1.2 Batuan Sedimen	5
2.1.3 Batuan Metamorf	7
2.2 Sedimentasi	8
2.3 Lumpur	10
2.4 Geologi Daerah Penelitian	10
2.4.1 Stratigrafi	11
2.4.2 Struktur	11
2.5 Metode Magnetik	12
2.6 Teori Dasar Magnetik	12
2.6.1 Gaya Magnetik	12
2.6.2 Kuat Medan Magnetik	13
2.6.3 Momen Magnetik	13
2.6.4 Intensitas Magnetik	14
2.6.5 Suseptibilitas Batuan	14
2.6.6 Induksi Magnetik	18
2.7 Pengukuran Medan Magnet	18
2.7.1 Elemen Medan Magnet	18
2.7.2 Anomali Medan Magnet Total	21
2.8 Transformasi Medan	22
2.8.1 Reduksi Bidang Datar	22
2.8.2 Kontinuitas ke Atas (<i>Upward Continuation</i>)	22
2.8.3 Reduksi Ke Kutub	23
2.9 Magnetometer (<i>Proton Precession Magnetometer</i>)	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Data Penelitian	26
3.3 Peralatan Penelitian	26
3.4 Metode Pengambilan Data	26
3.5 Metode Pengolahan Data	27
3.5.1 Koreksi Harian	27
3.5.2 Koreksi IGRF	28
3.5.3 Reduksi ke Bidang Datar	29
3.5.4 Kontinuasi ke Atas	29
3.5.5 Reduksi ke Kutub	30
3.6 Tahapan Interpretasi Data	30
3.7 Diagram Alir	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis dan Pembahasan	33
4.1.1 Anomali Medan Magnet	33
4.1.2 Topografi	34
4.1.3 Reduksi Bidang Datar	35
4.1.4 Kontinuasi Ke Atas (<i>Upward Continuation</i>)	36
4.1.5 Reduksi Ke Kutub (<i>Reduction To Pole</i>)	38
4.2 Model Penampang Dua Dimensi (2D)	39
4.2.1 Penampang Irisan A-A'	41
4.2.2 Penampang Irisan B-B'	42
4.2.3 Penampang Irisan C-C'	44
4.3 Model Penampang Tiga Dimensi (3D)	46
4.4 Struktur Geologi Berdasarkan Kajian dalam Al-Qur'an	47

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Geologi Regional Kediri	10
Gambar 3.1	Gambar Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Tampilan Nilai IGRF	28
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1	Kontur Nilai Anomali Medan Magnet Total.....	33
Gambar 4.2	Kontur Topografi Beserta Titik Pengukuran.....	35
Gambar 4.3	Kontur Anomali Medan Magnet Hasil Reduksi Menggunakan <i>Software Matlab</i>	36
Gambar 4.4	Kontur Nilai Anomali Regional Hasil Kontinuasi Ke Atas	37
Gambar 4.5	Kontur Nilai Anomali Lokal Hasil Kontinuasi Ke Atas	38
Gambar 4.6	Kontur Nilai Anomali Hasil Reduksi Ke Kutub	39
Gambar 4.7	Irisan Pada Kontur Anomali Lokal	40
Gambar 4.8	Model 2D Bawah Permukaan Pada Irisan A-A'	41
Gambar 4.9	Model 2D Bawah Permukaan Pada Irisan B-B'	43
Gambar 4.10	Model 2D Bawah Permukaan Pada Irisan C-C'	45
Gambar 4.11	Model 3D Bawah Permukaan	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Suseptibilitas Batuan dan Mineral	17
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Data Hasil Penelitian
Lampiran II	Peta Geologi Daerah Penelitian
Lampiran III	Gambar Pengambilan Data
Lampiran IV	Bukti Konsultasi Skripsi

ABSTRAK

Sya'diyah, Rozanah Alimatus. 2021. **Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Kubangan Lumpur Berdasarkan Analisis Data Geomagnet.** Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (1) Irjan, M.Si(II) Ahmad Abtokhi, M. Pd

Kata Kunci: Anomali Medan Magnet, Kubangan Lumpur, Suseptibilitas Batuan

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat magnetometer jenis *Proton Precession Magnetometer* (PPM). Luas daerah penelirian 700 x 600 meter dengan jarak antar ring 25 meter. Interpretasi dilakukan dengan bantuan *Software Surfer 13*, *Software Magpick* dan *Software Oasis Montaj*.

Hasil interpretasi didapatkan nilai kontur anomali lokal memiliki nilai variasi anomali berkisar -60 – 45 nT yang diduga merupakan lumpur yang berasosiasi dengan air yang mengisi sebuah kubangan. Persebaran kubangan-kubangan lumpur terdapat pada beberapa area dengan kadar asosiasi lumpur dan air yang berbeda-beda. Berdasarkan interpretasi dari pemodelan, bahwa area penelitian tersusun dari beberapa jenis batuan yaitu lumpur dengan nilai suseptibilitas 0.000005 cgs emu, Lempung dengan nilai suseptibilitas 0.0005 cgs emu, Tuff dengan nilai suseptibilitas 0.003 cgs emu dan yang terakhir yaitu breksi dengan nilai suseptibilitas 0.0001 cgs emu.

ABSTRACT

Sya'diyah, Rozanah Alimatus. 2021. **Estimation of Subsurface Structures Mud Puddles Based on Geomagnetic Data Analysis**. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang.
Supervisors: (I) Irjan, M.Si (II) Ahmad Abtokhi, M. Pd

Keywords: Magnetic Field Anomaly, Mud Puddles, Rock Susceptibility.

Data were collected using a Proton Precession Magnetometer (PPM) type magnetometer. The research area is 700 x 600 meters with a distance between the rings of 25 meters. Interpretation was carried out with Software Surfer 13, Software Magpick and Software Oasis Montaj.

The result of interpretation shows that the local anomaly contour values have anomalous variation values ranging from -60 - 45 nT which is thought to be mud associated with water filling a puddle. The distribution of mud puddles is found in several areas with different levels of mud and water association. Based on the interpretation of the modeling, that the research area is composed of several types of rock, namely mud with a susceptibility value of 0.000005 cgs emu, clay with a susceptibility value of 0.0005 cgs emu, Tuff with a susceptibility value of 0.003 cgs emu and the last one is breccia with a susceptibility value of 0.0001 cgs emu.

المستخلص

السعودية، رزانة عليمه. 2021. تقدير خلقة ظهر بركة الوحل يستند إلى تحليل البيانات المغنطيسية الأرضية. قسم الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج.
المشرف: (1) إرجان الماجستير (2) أحمد أبطخي الماجستير

الكلمات الأساسية: شذوذ المجال المغناطيسي وبركة الوحل وحساسية الصخرة

كان إجراء جمع البيانات باستخدام المقياس المغناطيسي من نوع موكب البروتون المغنطيسي "Proton Procession Magnetometer (PPM)". مساحة البحث 600 700 متر بمسافة 25 متر بين الحلقات. أما التفسيرات باستخدام مساعدة برجة 13 Surver وبرجة Magpick وبرجة Oasis Montaj. كانت نتائج التفسيرات أن درجة كفاف الشذوذ المحلي لها تنوع قيمة الشذوذ تقريبا من -60-45 والتي يُعتقد أنها مختلطة الوحل بالماء ثم نملاً بركة. أما انتشار البرك الوحلي في عدة مناطق مع مختلفة قياس الخليط من الوحل والماء. يستند إلى تفسير النمذجة، فإن منطقة البحث تتكون من عدة أنواع الصخور، وهي خليط من الوحل والماء بقيمة حساسية 0.000005 cgs emu، وطنين بقيمة حساسية 0.0005 cgs emu، وصخرة البيضاء بقيمة حساسية 0.003 cgs emu والأخيرة هي صخرة البريشة بقيمة حساسية 0.0001 cgs emu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena alam merupakan suatu kejadian yang terjadi secara alami oleh alam yang dapat mempengaruhi manusia dan dapat dijelaskan secara ilmiah. Fenomena alam yang terjadi di Indonesia sangat banyak terjadi setiap harinya yang bahkan ada yang belum dapat dijelaskan oleh ilmu pengetahuan alam. Salah satu fenomena alam yang lazim terjadi saat musim hujan adalah tergenangnya suatu area yang membuat area tersebut menjadi lembek dan jenuh air.

Fenomena alam yang sedang terjadi di desa Banjardowo kota Jombang adalah sebuah proses pencairan tanah yang disebabkan air yang menggenang. Sebuah kubangan lumpur terbentuk dengan lebar ± 1 Ha dan mempunyai kedalaman yang belum diketahui. Fenomena alam ini disebut warga sekitar dengan sebutan “Tanah Bergoyang” karena tanah pada area ini lembek, elastis dan tidak mempunyai kekuatan menopang beban di atasnya.

Kondisi geologi Kota Jombang dan sekitarnya termasuk jenis Holosen Alluvium dan sebagian Plistosen Fasein Jombang gamping. Untuk jenis tanah Kota Jombang dan sekitarnya bertekstur lempung, lempung pasir dan napal atau termasuk jenis tanah pada kompleks mediteran coklat kemerahan dan litosol. Banjardowo termasuk wilayah jombang bagian tengah dan secara litologi tersusun oleh endapan aluvial dan endapan sungai.

Penanganan terhadap fenomena tanah bergoyang selain memperbaiki drainase yang buruk adalah identifikasi struktur bawah permukaan area penelitian. Pentingnya hal tersebut adalah sebagai informasi tentang geologi dan litologi area

penelitian yang dapat digunakan sebagai acuan untuk langkah penanganan selanjutnya.

Hal tersebut sebagaimana firman Allah dalam Surat Ath-Thalaq ayat 12.

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمُوتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمًا ۝

“Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. Perintah Allah berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwasanya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu, dan sesungguhnya Allah ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu”(Q.S Ath-Thalaq:12).

Struktur bawah permukaan bumi atau struktur geologi suatu daerah dapat diperkirakan menggunakan metode geofisika. Metode geofisika merupakan metode untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan bumi yang melibatkan pengukuran di atas permukaan bumi dari parameter-parameter fisika yang dimiliki oleh batuan di dalam bumi. Metode geomagnet merupakan metode geofisika yang bersifat pasif karena pengukuran dilakukan dengan cara memanfaatkan medan alami yang dihasilkan bumi.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukannya penelitian guna mengidentifikasi struktur bawah permukaan area penelitian. Diharapkan hasil penelitian ini nantinya dapat bermanfaat bagi masyarakat luas khususnya warga Banjardowo Kabupaten Jombang sebagai langkah penanganan dan meminimalisir korban jiwa akibat fenomena tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengidentifikasi sebaran lumpur pada area penelitian berdasarkan analisis data geomagnet?

2. Bagaimana struktur bawah permukaan berdasarkan data geomagnetik pada area penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sebaran lumpur pada area penelitian.
2. Mengetahui struktur bawah permukaan berdasarkan data geomagnetik pada area penelitian.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi sebaran lumpur pada area penelitian.
2. Memberikan informasi struktur bawah permukaan area penelitian.

1.5 Batasan Masalah

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geomagnetik.
2. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Proton Precession Magnetometer.
3. Luasan area yang digunakan adalah 700 x 600 m. Area penelitian berada di Desa Banjadowo Kecamatan Jombang Kota Jombang.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Batuan

Batuan adalah mineral padat yang terdiri dari satu atau beberapa mineral dan terbentuk secara alami. Umumnya batuan bersifat heterogen yaitu terbentuk dari beberapa tipe/jenis mineral, dan hanya beberapa yang homogen yaitu disusun oleh satu mineral atau monomineral. Tekstur dari batuan akan memperlihatkan karakteristik komponen penyusunnya, sedangkan struktur batuan akan memperlihatkan proses pembentukannya baik dekat atau jauh dari permukaan. Batuan adalah kombinasi alami dari dua atau lebih mineral.

Menurut proses terbentuknya batuan dibagi menjadi 3 jenis batuan : 1. Batuan Beku, 2. Batuan Sedimen, 3. Batuan Metamorf.

2.1.1. Batuan Beku

Batuan beku atau batuan igneus (dari Bahasa Latin: ignis, "api") adalah jenis batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan sebagai batuan intrusif (plutonik) maupun di atas permukaan sebagai batuan ekstrusif (vulkanik). Magma ini dapat berasal dari batuan setengah cair ataupun batuan yang sudah ada, baik di mantel ataupun kerak bumi. Umumnya, proses pelelehan terjadi oleh salah satu dari proses-proses berikut: kenaikan temperatur, penurunan tekanan, atau perubahan komposisi. Lebih dari 700 tipe batuan beku telah berhasil dideskripsikan, sebagian besar terbentuk di bawah permukaan kerak bumi ini (Noor, 2009).

Untuk membedakan berbagai jenis batuan beku yang terdapat di Bumi, dilakukan berbagai cara pengelompokan terhadap batuan beku. Pengelompokan yang didasarkan kepada susunan kimia batuan, jarang dilakukan. Hal ini disebabkan disamping prosesnya lama dan mahal, karena harus dilakukan melalui analisa kimiawi. Dan yang sering digunakan adalah yang didasarkan kepada tekstur dipadukan dengan susunan mineral, dimana keduanya dapat dilihat dengan kasat mata (Noor,2009).

Batu apung (batuan beku) disebut pula batu timbul, yaitu jenis batu yang berasal dari gunung berapi yang tidak tenggelam di dalam air. Warnanya bermacam-macam, dari yang kekuning-kuningan hingga jingga, kemerah-merahan, abu-abu kebiru-biruan, abu-abu, dan warna-warna lainnya. Unsur terbanyak yang terkandung di dalam batu apung adalah silika. Selain itu ada juga bahan lain seperti alumina, besi oksida, potash, dan soda. Batu apung digunakan untuk berbagai kepentingan manusia seperti bahan mentah untuk membuat bahan polesan, bata tahan api, pengasah, cat, pasta gigi, sabun tangan, dan lain-lain. Sesuai asal keberadaannya, batu apung terdapat di tempat-tempat yang tidak jauh dari gunung berapi yang banyak terdapat di Indonesia (Noor,2009).

2.1.2 Batuan Sedimen

Sedimen merupakan bahan atau partikel yang terdapat di permukaan bumi (di daratan ataupun lautan), yang telah mengalami proses pengangkutan (transportasi) dari satu tempat (kawasan) ke tempat lainnya. Air dan angin merupakan agen pengangkut yang utama. Apabila sedimen ini mengeras

(membatu) akan menjadi batuan. Ilmu yang mempelajari batuan disebut dengan sedimentologi (Noor, 2009).

Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya sedimen adalah iklim, topografi, vegetasi dan juga susunan yang ada dari batuan. Sedangkan faktor yang mengontrol pengangkutan sedimen adalah air, angin, dan juga gaya gravitasi. Sedimen dapat terangkut baik oleh air, angin dan bahkan salju. Mekanisme pengangkutan sedimen oleh air dan angin sangatlah berbeda. Pertama, karena berat jenis angin relatif lebih kecil dari air maka angin sangat susah mengangkut sedimen yang ukurannya sangat besar. Besar maksimum dari ukuran sedimen yang mampu terangkut oleh angin umumnya sebesar ukuran pasir. Kedua, karena sistem yang ada pada angin bukanlah sistem yang terbatas (confined) seperti layaknya channel atau sungai maka sedimen cenderung tersebar di daerah yang sangat luas bahkan sampai menuju atmosfer (Noor, 2009).

Pada umumnya batuan dapat dikenali dengan mudah di lapangan dengan adanya perlapisan. Perlapisan pada batuan disebabkan oleh (1) perbedaan besar butir, misalnya antara batu pasir dan batu lempung; (2) Perbedaan warna batuan, antara batu pasir yang berwarna abu-abu terang dengan batu lempung yang berwarna abu-abu kehitaman. Disamping itu, struktur sedimen juga menjadi penciri dari batuan, seperti struktur silang siur atau struktur gelembur gelombang. Ciri lainnya adalah sifat klastik, yaitu sifat yang tersusun dari fragmen-fragmen lepas hasil pelapukan batuan yang kemudian tersemankan menjadi batuan klastik. Kandungan fosil juga menjadi penciri dari batuan,

mengingat fosil terbentuk sebagai akibat dari organisme yang terperangkap ketika batuan tersebut diendapkan (Noor, 2009)

2.1.3 Batuan Metamorf

Kata “metamorfosa” berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*metamorphism*”, “*meta*” yang artinya “berubah” dan “*morph*” yang artinya “bentuk”. Dengan demikian pengertian “metamorfosa” dalam geologi adalah merujuk pada perubahan dari kelompok mineral dan tekstur batuan yang terjadi dalam suatu batuan yang mengalami tekanan dan temperatur yang berbeda dengan tekanan dan temperatur saat batuan tersebut pertama kalinya terbentuk. Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari batuan asal (batuan beku, sedimen metamorf) yang mengalami perubahan temperatur (T), tekanan (P) atau temperatur (T) dan tekanan (P) secara bersamaan yang berakibat pada pembentukan mineral-mineral baru dan tekstur batuan yang baru (Noor, 2009).

Penampilan batuan yang paling sederhana untuk diamati adalah dari warna batuan, dari warnanya pula dapat diperkirakan komposisi penyusun batuan tersebut. Contohnya batubara dapat berwarna hitam pekat karena disusun dari tumbuhan yang telah mati. Keberagaman warna batuan yang menyusun bumi telah tertulis dalam Al-Qur'an pada Surat Fatir ayat 27 yang berbunyi :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ۖ فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيَضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ

"Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit lalu dengan air itu Kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat." (QS Fatir : 27)

Dijelaskan pada tafsir jalalain, bahwa ayat diatas menjelaskan bahwa Allah menurunkan air dari langit kemudian menghasilkan buah-buahan yang beraneka ragam dengan warna hijau, merah, kuning dan juga warna-warna lainnya. Terdapat juga gunung-gunung dan batu-batu besar yang berwarna putih, merah, kuning atau berbagai warna dan ada yang berwarna hitam pekat.

2.2 Sedimentasi

Sedimen adalah lapisan kulit bumi yang ditransportasikan melalui proses hidrologi dari suatu tempat ke tempat lain, baik secara vertikal maupun horizontal (Friedman, 1978 dalam Yodfiatfinda, 1991). Proses sedimentasi adalah proses yang meliputi pelapukan, transportasi dan pengendapan (Black, 1985). Proses ini merupakan usaha alam untuk mencapai kesetimbangan karena perbedaan ketinggian antara daratan dengan dasar laut adalah sesuatu yang tidak 13 setimbang (Ongkosongo, 1982). Foster dan Meyer (1977) dalam suripin (2002) berpendapat bahwa erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh air terutamameliputi proses pelepasan (*detachment*), penghanyutan (*transportation*) dan pengendapan (*deposition*) partikel-partikel tanah yang terjadi akibat tumbukanutama menurunnya produktifitas lahan pertanian, menurunnya kualitas air, membawa bahan-bahan kimia pencemaran dan mengurangi kapasitas sungai/saluran air dan waduk. Air sebagai media pembawa sedimen mengalir melalui aliran sungai. Aliran ini memuat butiran lumpur halus, endapan lumpur, tanah terapung yang dihasilkan oleh pelapukan. Pada daerah curam, aliran sungai membawa pasir atau tanah kerikil dari hasil pengikisan formasi batuan. Sedimen kasar juga diturunkan dari lava dan abu hasil letusan gunung berapi (Bird dan Ongkosongo, 1980).

Partikel sedimentasi yang diangkut oleh aliran dengan salah satu atau kombinasi dari mekanisme pengangkutan yang terdiri atas :

- a) Perayapan surface creep, dimana partikel sedimentasi bergerak mengelilingi rolling atau menggeser slidding di atas dasar sungai.
- b) Saltasi saltation, di mana partikel sedimen bergerak dengan melompat-lompat leaping di atas dasar sungai dan adakalanya berhenti resting kemudian melompat lagi
- c) Suspense suspenden di mana patikel sedimen selama bergerak didukung oleh fluida di sekitar supported sehingga tidak bersentuhan dengan dasar sungai.

Sedimentasi di mana partikelnya bergeser melayang dalam air, yang terbawa aliran disebut *suspended load* atau muatan melayang. Sedangkan di mana gerakan partikel-partikelnya bergerak di dalam saluran dengan cara menggelinding, bergeser dan berlompatan disebut *bed load* atau muatan dasar.

Batas yang jelas antara keduanya sukar sekali dibedakan. Secara umum tinggi maksimum *bed load* dari dasar saluran berada 2 atau 3 kali diameter partikelnya. Selain itu, sedimentasi dapat dibagi menjadi 2 golongan sesuai dengan asalnya yaitu:

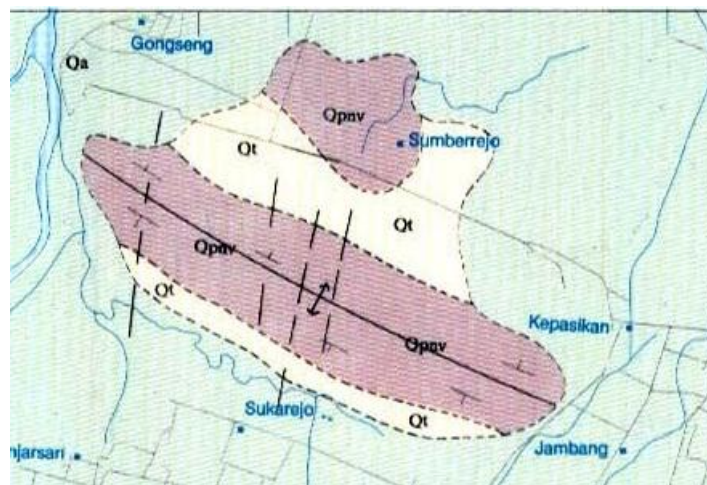
- a) Angkutan sedimen dasar atau *bed material transport* di mana asal materialnya dari saluran sendiri sehingga dapat terdiri dari *bed load* dan *suspend load*.
- b) Muatan hanyutan atau *wash load* di mana materialnya didatangkan dari sumber luar saluran (erosi) dan tidak mempunyai hubungan langsung dengan keadaan setempat.

2.3 Lumpur

Lumpur adalah tanah, tanah liat, lanau atau tanah liat bercampur air. Biasanya terbentuk setelah curah hujan atau dekat sumber air. Dalam pengendapannya, lumpur diangkut oleh energi yang sebagian besar disuplai oleh air. Pembentukan lumpur paling besar berada pada proses erosi. Butiran-butiran tanah liat dan lanau paling besar diangkut oleh sungai dan delta. Perpindahan massa selama pengangkutan mengendapkan butiran-butiran tersebut. Beberapa lumpur yang besar dapat dibuat ketika batu lumpur terkubur dalam-dalam atau menjadi batuan metamorf tingkat rendah. Lumpur juga dapat dibentuk secara biologis oleh pergerakan tanaman atau hewan untuk memecah butiran-butiran yang lebih besar atau untuk mengendapkan butiran-butiran lumpur baru.

2.4 Geologi Daerah Penelitian

Secara regional daerah penelitian masuk dalam peta geologi Indonesia Lembar Kediri bagian utara dengan skala 1:100.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.



Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Kediri (S.Santosa dan S.Atmawinata, 1992)

2.4.1 Stratigrafi

Stratigrafi daerah Kabupaten Jombang bagian utara merupakan bagian dari stratigrafi Mandala Kendeng yang umumnya terdiri dari endapan turbidit klastik, karbonat dan vulkaniklastik yang merupakan endapan laut dalam, kemudian endapan laut menjadi semakin dangkal, sehingga terbentuk endapan non laut. Urutan stratigrafi Kabupaten Jombang dari yang tertua sampai termuda adalah (1) Formasi Kalibeng Bawah; (2) Formasi Kalibeng Atas; (3) Formasi Pucangan; (4) Formasi Kabuh; (5) Formasi Notopuro; (6) Endapan Vulkanik Tua; (7) Endapan Vulkanik Muda; serta (8) Aluvium.

Satuan Aluvium mendominasi sebagian besar wilayah Kabupaten Jombang, yang meliputi Kecamatan Jombang, Megaluh, Kesamben, Diwek, Peterongan, Tembelang, Sumobito, Gudo, Jogoroto, Perak dan Bandarkedungmulyo. Litologi satuan ini berupa endapan aluvial dan endapan sungai berupa material lepas dominan berukuran lempung sampai kerikil.

2.4.2 Struktur

Struktur geologi Jombang termasuk jenis Holosen Alluvium dan sebagian Plistosen Fasein Jombang gamping. Jenis tanah di Kabupaten Jombang didominasi oleh asosiasi mediteran coklat dan grumosol kelabu, kompleks andosol coklat, andosol coklat kekuningan dan litosol, grumosol kelabu tua, alluvial kelabu, dan asosiasi litosol dan mediteran merah. Banjardowo termasuk wilayah jombang bagian tengah dan secara litologi tersusun oleh endapan aluvial dan endapan sungai.

2.5 Metode Magnetik

Metode geomagnetik atau metode magnet merupakan salah satu metode fisika untuk eksplorasi bawah permukaan bumi yang telah banyak digunakan dalam eksplorasi mineral dan batuan (Sharma, 1997). Metode geomagnet dapat digunakan untuk menentukan struktur geologi besar bawah permukaan seperti sesar, lipatan intrusi batuan beku atau kubah garam dan reservoir geothermal. Dalam eksplorasi geofisika lingkungan metode magnetik hanya akan memberikan gambaran secara umum (Reynolds, 1997). Menurut Burger dkk, (1992), metode magnetik dapat digunakan untuk mengetahui kedalaman dan struktur bawah permukaan, dan pengukuran dapat diperoleh dengan mudah untuk studi lokal dan regional.

2.6 Teori Dasar Magnetik

2.6.1 Gaya Magnetik

Metode Geomagnet atau magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam pengolahan data medan potensial untuk menggambarkan geologi bawah permukaan atau benda dengan karakteristik magnetik tertentu. Metode ini berdasarkan pada pengukuran intensitas medan magnet yang dimiliki oleh batuan akibat pengaruh medan magnet bumi pada waktu pembentukannya. Kemampuan termagnetisasinya suatu benda tergantung dari suseptibilitas magnetik yang dimiliki oleh benda tersebut. Perbedaan suseptibilitas ini menunjukkan bahwa batuan bersifat magnetik atau adanya proses geologi tertentu (Silalahi, dkk,2004).

$$F = \frac{1}{\mu_0} \frac{m_1 m_2}{r^2} r \text{ (dyne)} \quad (2.1)$$

Dimana F adalah gaya yang bekerja diantara dua magnet dengan kuat medan magnetik m_1 dan m_2 . Sedangkan μ adalah permeabilitas suatu medium dengan suatu Henry Permeter (Hm^{-1}) dalam medium hampa permeabilitas mutlak sama dengan μ_0 yang nilainya $4\pi \times 10^{-1} \text{ Hm}^{-1}$. Tidak seperti pada kasus gravitasi, meskipun persamaannya mirip, gaya antar kedua kutub magnet ini bisa bernilai positif (+) yang berarti tolak-menolak dan negatif (-) berarti tarik-menarik (Telford dkk, 1993).

2.6.2 Kuat Medan Magnetik

Kuat medan magnetik adalah besarnya medan magnet pada suatu titik dalam ruang yang timbul sebagai akibat adanya kutub yang berada sejauh r dan titik m_1 . Kuat medan magnet didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet, dapat dituliskan sebagai :

$$H = \frac{F}{m_2} = \frac{1}{\mu_0} \frac{m_1}{r^2} r \text{ (oersted)} \quad (2.2)$$

Dengan r adalah jarak titik pengukuran dari m_1 . H mempunyai satuan A/m dalam SI sedangkan dalam cgs H mempunyai satuan oersted (Sarkowi, 2010).

2.6.3 Momen Magnetik

Jika sebuah batang magnet diletakkan di medan magnetik H yang seragam, ia akan mengalami sepasang gaya yang sama yang bekerja secara paralel satu sama lain tetapi berlawanan arah. Besarnya pasangan adalah :

$$C = 2 (ml)H \sin \theta \quad (2.3)$$

Dimana θ tetapan pada medan magnet. Gerakan ini dihasilkan oleh pasangan adalah bergantung terhadap besaran H sebagai nilai θ (tidak ada gerakan yang dihasilkan jika $\theta = 0$). Kuantitas lain (m) yang mana juga memengaruhi besaran dari pasangan disebut momen magnetik, secara khusus dilambangkan oleh M , jadi (Burger dkk,1992):

$$M = ml \quad (2.4)$$

2.6.4 Intensitas Magnetik

Sejumlah benda-benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan benda magnetik. Apabila benda magnet tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut menjadi termagnetisasi karena induksi. Dengan demikian, intensitas kemagnetan dapat didefinisikan sebagai tingkat kemampuan menyearahkan momem-momen magnetik dalam medan magnetik luar dapat juga dinyatakan sebagai momen magnetik persatuan volume:

$$I = \frac{M}{V} = \frac{mlr}{v} \quad (2.5)$$

Satuan magnetisasi dalam cgs adalah gauss atau emu, cm^{-3} dalam SI adalah Am^{-1} (Sarkowi, 2010).

2.6.5 Suseptibilitas Batuan

Harga suseptibilitas (k) ini sangat penting di dalam pencarian benda anomali karena sifat ferromagnetik untuk setiap jenis mineral dan batuan yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Nilai (k) pada batuan semakin besar jika dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral bersifat

magnetik. Berdasarkan nilai (k) dibagi menjadi kelompok-kelompok jenis material dan batuan penyusun litologi bumi, yaitu :

1. Diamagnetik

Dalam batuan diamagnetik, atom-atom pembentuk batuan mempunyai kulit elektron berpasangan dan mempunyai putaran yang berlawanan dalam tiap pasangan. Jika mendapat medan magnet dari luar orbit, elektron tersebut akan berpresesi yang menghasilkan medan magnet lemah yang melawan medan magnet luar tadi. Mempunyai suseptibilitas (k) negatif dan kecil dan suseptibilitas (k) tidak tergantung dari pada medan magnet luar, contoh: bismuth, grafit, gipsum, marmer, kuarsa, garam.

2. Paramagnetik

Di dalam paramagnetik terdapat kulit elektron yang belum jenuh yakni ada elektron yang putarannya tidak berpasangan dan mengarah pada arah putaran yang sama. Jika terdapat medan magnetik luar, putaran tersebut berpresesi menghasilkan medan magnet yang mengarah searah dengan medan tersebut sehingga memperkuatnya. Akan tetapi momen magnetik yang terbentuk terorientasi acak oleh agitasi termal. Oleh karena itu, bahan tersebut dapat dikatakan mempunyai sifat: a) Suseptibilitas positif dan sedikit lebih besar dari satu, b) Suseptibilitas bergantung pada temperatur, contoh: Piroksen, Olivin, Garnet, Biotit, Amfibolit, dll.

3. Ferromagnetik

Terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh suatu elektron sehingga mudah terinduksi oleh medan luar. Keadaan ini diperkuat lagi oleh adanya kelompok-kelompok bahan berputaran searah yang membentuk dipole-dipole

magnet (domain) mempunyai arah sama, apalagi di dalam medan magnet luar. Mempunyai sifat: a) Suseptibilitas k positif dan jauh lebih besar dari satu, b) Suseptibilitas k bergantung dari temperatur, contoh: besi, nikel, kobal.

Ferromagnetik dibagi menjadi dua yaitu:

a. Antiferromagnetik

Pada bahan antiferromagnetik domain-domain tadi menghasilkan dipole dipole magnet yang saling berlawanan arah sehingga momen magnetik secara keseluruhan sangat kecil. Bahan antiferromagnetik yang mengalami cacat kristal akan mengalami medan magnet kecil dan suseptibilitas seperti pada bahan paramagnetik suseptibilitas k seperti paramagnetik, tetapi harganya naik sampai dengan titik curie kemudian turun lagi menurut hukum curie-weiss. Contoh hematit (Fe_2O_3).

b. Ferrimagnetik

Pada bahan ferrimagnetik domain-domain tadi juga saling anti paralel tetapi jumlah dipole pada masing-masing arah tidak sama sehingga masih mempunyai resultan magnetisasi cukup besar. Suseptibilitas tinggi (Tabel 2.1) dan tergantung temperatur, contoh magnetit (Fe_3O_4), ilmenit (FeTiO_3), pirhotit (FeS), hematit (Fe_2O_3), ferrite (NiOFe_2O_3), nutrium ($\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$). Berdasarkan proses terjadinya maka ada dua macam magnet:

1. Magnet induksi bergantung pada suseptibilitasnya menyebabkan anomaly pada medan magnet bumi.
2. Magnet permanen bergantung pada sejarah pembentukan batuan tadi.

Tabel 2.1 Suseptibilitas Batuan Dan Mineral (Telford, 1990)

Jenis batuan	Suseptibilitas $\times 10^3$ (SI)	
	Range	Rata
Batuan Sedimen		
Dolomit	0 – 0.9	0.1
Batu Gamping	0 – 3	0.3
Batu Pasir	0 – 20	0.4
Serpilh	0.01 – 15	1.6
Batu Metamorf		
Amphibolite		0.7
Schist	0.3 – 3	1.4
Phyllite		1.5
Gneiss	0.1 – 25	
Quartzite		4
Serpentine	3 – 17	
Batu Beku		
Granit	0 – 50	2.5
Riolit	0.2 – 35	
Dolorit	1 – 35	17
Diabase	1 – 160	55
Peridotit	90 – 200	150
Andesit		160
Mineral-Mineral		
Kuarsa		-0.01
Batubara		0.02
Lempung		0.2
Magnetik	1.2 – 0.00192	6000

2.6.6 Induksi Magnetik

Bila benda magnetik diletakkan dalam medan magnet luar H , kutub-kutub internalnya akan menyerahkan diri dengan H dan terbentuk suatu medan magnet baru yang besarnya adalah (Kurniati, 2008):

$$H = 4\pi kh \quad (2.6)$$

Medan magnet totalnya disebut dengan induksi magnet B dan dituliskan sebagai:

$$B = m_r H \quad (2.7)$$

Dengan $m_r = 1+4\pi k$ dan disebut sebagai permeabilitas relatif dari suatu benda magnetik. Satuan B dalam emu adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai $1g = 10^{-5} \text{ gauss} = 1\text{nT}$ (Sampurno, 2011).

2.7 Pengukuran Medan Magnet

2.7.1 Elemen Medan Magnet

Medan magnet bumi merupakan suatu besaran vektor, maka besaran ini dapat diuraikan menjadi komponen-komponennya. William Gilbert menganggap bahwa bumi adalah sebuah magnet yang diketahui adanya Inklinasi (I), Deklinasi, (D), medan magnet tegak (*vertical magnetic field*) (Z), medan magnet datar (*horizontal magnetic field*) (H), dan medan magnet total (*total magnetic field*) (T). Medan magnet tersebut disebut unsur magnet (*magnetic elements*) (Untung, 2001):

- a. Deklinasi (D), yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur.
- b. Inklinasi (I), yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah.

- c. Intensitas Horizontal (H), yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.
- d. Medan Magnetik Total (T), yaitu besar dari vektor medan magnetik total.

Sumber medan magnet bumi secara umum dibagi menjadi tiga, yaitu medan magnet utama bumi (*main field*), medan luar (*external field*), dan medan anomali (*anomali field*):

1. Medan Magnet Utama (*Main Field*)

Secara teoritis medan magnet utama bumi disebabkan oleh sumber dari dalam dan luar bumi. Medan magnet dari dalam bumi diduga dibangkitkan oleh perputaran aliran arus dalam inti bagian luar bumi yang bersifat cair dan konduktif (Sharma, 1997).

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu, maka untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standart nilai yang disebut *Internasional Geomagnetics Reference Field* (IGRF). Nilai medan magnet utama ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional di bawah pengawasan *Internasional Association of geomagnetic and Aeronomy (IAGA)*. IGRF diperbarui tiap 5 tahun sekali dan diperoleh dari hasil pengukuran rata- rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km² yang dilakukan dalam waktu satu tahun (Telford, 1990).

2. Medan Magnet Luar (*External Field*)

Medan magnet bumi juga dipengaruhi oleh medan luar. Medan ini bersumber dari luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionisasi

di atmosfer, maka perubahan medan ini terhadap waktu jauh lebih cepat. Beberapa sumber medan luar antara lain (Telford, 1990).

- a. Perubahan konduktivitas listrik lapisan atmosfer dengan siklus 11 tahun.
- b. Variasi Harian (*Diurnal Variation*) dengan periode 24 jam yang berhubungan dengan pasang surut matahari dan mempunyai jangkauan 30 nT.
- c. Variasi Harian (*Diurnal Variation*) 25 jam yang berhubungan dengan pasangan surut bulan dan mempunyai jangkauan 2 nT.
- d. Badai Magnet (*Magnetic Storm*) yang bersifat acak dan mempunyai jangkauan sampai dengan 1000 nT.

3. Anomali Medan Magnet

Ini terjadi di dekat permukaan kerak bumi dan merupakan penyebab perubahan dalam medan magnet utama, yang biasanya jauh lebih kecil daripada medan utama serta relatif konstan terhadap waktu dan tempat. Perubahan ini dapat dihubungkan dengan perubahan kandungan mineral magnetik dalam batuan-batuan dekat permukaan. Kadang-kadang anomali ini cukup besar, sehingga besar medan magnet menjadi lebih besar dua kali lipat daripada medan utama lokal (Telford, 1990). Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti magnetite (Fe_3O_4), titanomagnetite (Fe_2TiO_4) dan lain-lain yang berada di kerak bumi. Potensial dan medan dari anomali magnetik biasanya didefinisikan sebagai potensial dan medan yang hanya dibangkitkan oleh benda termagnetisasi.

Jika sembarang volume termagnetisasi diasumsikan sebagai jumlah dari dipole-pole magnetik elementer yang terdistribusi di dalamnya, maka potensial magnetik pada titik $P(x, y, z)$ didefinisikan sebagai (Sudarmaji, 2005):

$$V(x, y, z) = -Cm \int v M(x, y, z) \cdot \nabla \frac{1}{r} dv \quad (2.8)$$

2.7.2 Anomali Medan Magnet Total

Anomali medan magnetik dihasilkan oleh benda magnetik yang telah terinduksi oleh medan magnet utama bumi, sehingga benda tersebut memiliki medan magnet sendiri dan ikut memengaruhi besarnya medan magnet total hasil pengukuran. Variasi medan magnetik yang terukur di permukaan merupakan target dari survei magnetik (anomali magnetik). Besarnya anomali magnetik berkisar ratusan sampai dengan ribuan nano-tesla, tetapi ada juga yang lebih besar dari 100.000 nT yang berupa endapan magnetik. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnetik remanin dan medan magnet induksi. Bila arah medan magnet remanin sama dengan arah medan magnet induksi, maka anomalnya bertambah besar, demikian juga sebaliknya. Medan magnet remanin mempunyai peranan yang besar pada magnetisasi batuan yaitu ada besar dan arah medan magnetnya serta sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetisme* yang merupakan akibat magnetisasi medan utama. Dalam survei magnetik, adanya anomali magnetik menyebabkan perubahan medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai berikut (Telford, 1990):

$$H_T = H_O + H_L + H_A \quad (2.9)$$

dimana :

H_T : Medan magnetik total bumi

H_O : Medan magnetik utama bumi

H_L : Medan magnetik luar

H_A : Medan anomali magnetik

2.8 Transformasi Medan

2.8.1 Reduksi Bidang Datar

Sebagai langkah mempermudah proses pengolahan dan interpretasi data magnet, maka data anomali medan magnet total yang masih tersebar di topografi harus direduksi atau dibawa ke bidang datar. Proses transformasi ini mutlak dilakukan karena membutuhkan input anomali medan magnet yang terdistribusi pada bidang datar. Dalam proses pengolahan data beberapa teknik untuk mentransformasi data anomali medan magnet ke bidang datar, antara lain teknik sumber ekuivalen (*equivalent source*), lapisan ekuivalen (*equivalent source*) dan pendekatan deret Taylor yang setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangan (Blakely, 1995).

2.8.2 Kontinuasi ke Atas (*Upward Continuation*)

Kontinuasi ke atas atau upward continuation merupakan proses transformasi data medan potensial dari suatu bidang yang lebih tinggi. Pada pengolahan data geomagnetik, proses ini dapat berfungsi sebagai filter tapis rendah, yaitu untuk menghilangkan atau mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi yang tidak terkait dengan survei (Blakely, 1995).

2.8.3 Reduksi ke Kutub

Transformasi reduction to pole (RTP) atau reduksi ke kutub merupakan salah satu transformasi yang digunakan dalam proses interpretasi data magnetik. Adapun yang mendasari dilakukannya transformasi ini adalah adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah. Sehingga transformasi ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnet.

Transformasi reduksi ke kutub ini mengasumsikan bahwa pada seluruh lokasi pengambilan data nilai medan magnet bumi (terutama I dan D) memiliki nilai dan arah yang konstan. Asumsi ini diterima apabila lokasi tersebut memiliki area relatif sempit. Namun hal ini tidak dapat diterima apabila luas daerah pengambilan data sangat luas karena melibatkan nilai lintang dan bujur yang bervariasi, di mana medan magnet bumi berubah secara bertahap (Telford, 1990).

2.9 Magnetometer (*Proton Precession Magnetometer*)

Proton Precession Magnetometer (PPM) memanfaatkan momen magnetik dari inti hidrogen (proton). Elemen penginderaannya terdiri dari botol yang berisi cairan hidrokarbon dengan titik beku rendah yang mengenai gulungan kawat tambang. Arus polarisasi dari urutan amp atau lebih dilewati melalui kumparan, menciptakan medan magnet yang kuat (Milsom, 2003).

Cara kerja dari *Proton Precession Magnetometer* yaitu di dalam yang dililitkan kumparan dimasuki cairan yang mengandung banyak proton. Proton-proton ini mempunyai 2 macam gerakan yang tidak beraturan. Gerakan tersebut adalah gerakan spin (berputar pada porosnya) dan gerak preesi (gerak gasing yang oleng). Apabila tegangan polarisasi diaktifkan maka timbul medan magnet

H_1 yang kuat disekeliling botol. Hal ini mengakibatkan gerak proton-proton tadi menjadi lebih teratur. Gerak presesi proton pada keadaan ini mengikuti aturan sedemikian rupa sehingga dipenuhi hubungan (Munadi, 2001):

$$\omega_1 = \gamma H_1 \quad (2.10)$$

Keterangan :

ω_1 : kecepatan sudut gerak presesi proton

γ : rasio giromagnetik dari proton yang besarnya adalah $2,6752 \times 10^8 \text{ kg}^{-1} \text{ s A}$

H_1 : kuat medan magnet yang dibangkitkan oleh tegangan polarisasi.

Beberapa saat kemudian tegangan polarisasi diputus, sehingga disekitar botol tak ada lagi medan magnet polarisasi sehingga hal ini akan mempengaruhi gerak presesi proton-proton tadi. Akibat tidak adanya medan magnet polarisasi tadi proton-proton berpresesi di bawah pengaruh medan magnet lain yakni medan magnet bumi. Dalam keadaan ini dipenuhi hubungan:

$$\omega_2 = \gamma H_2 \quad (2.11)$$

Keterangan :

ω_2 : kecepatan sudut gerak presesi proton-proton akibat pengaruh medan magnet bumi

γ : rasio giromagnetik dari proton yang besarnya adalah $2,6752 \times 10^8 \text{ kg}^{-1} \text{ s A}$

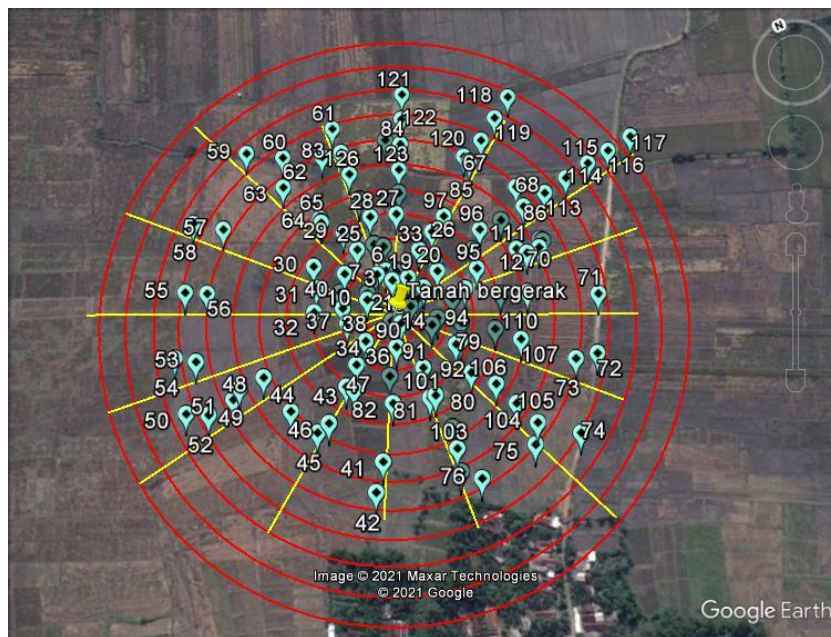
H_2 : kuat medan magnet yang mempengaruhinya.

Jadi dengan mengukur ω_2 , maka kuat medan magnet bumi (H_2) dapat diketahui (Munadi, 2001).

BAB III METODE PENELITIAN


3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan pengambilan data geomagnet dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur besar medan magnet total di titik-titik yang telah ditentukan pada kawasan penelitian. Kegiatan pengambilan data dilakukan pada bulan Juni 2020. Tempat penelitian yaitu Dusun Gedang Keret Desa Banjardowo Kecamatan Jombang Kota Jombang . Lokasi penelitian terletak pada area persawahan warga. Pengolahan data bertempat di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.



Gambar 3.1. Gambar Lokasi Penelitian (Google Earth)

Keterangan :

 : Lokasi Penelitian

3.2 Data Penelitian

1. Koordinat Lintang dan Bujur
2. Waktu Pengambilan data (hari, jam, dan tanggal)
3. Ketinggian titik ukur
4. Pembacaan magnetometer (intensitas magnet total)

Data koordinat lintang dan bujur, waktu pengambilan data, ketinggian titik ukur terbaca melalui GPS yang digunakan pada waktu di lapangan, pembacaan magnetometer harus dikonversi ke gauss meter.

3.3 Peralatan Penelitian

1. Magnetometer, jenis magnetometer yang digunakan adalah jenis *Proton Precession Magnetometer* (PPM)
2. GPS, untuk penentuan posisi titik/stasiun pengukuran secara presisi
3. Alat pengukur waktu
4. Peta Geologi
5. Alat tulis
6. Perangkat komputer untuk pengolahan data dan software (*Ms. Excel, Magpick, Surfer11, Oasis Montaj dan Adobe Photoshop*)

3.4 Metode Pengambilan Data

Proses pengukuran dilakukan dengan metode Ring. Maksud dari metode Ring ini adalah pengukuran yang dilakukan dengan mengelilingi objek penelitian. Data yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebanyak 125 titik dengan luas daerah 420000 m^2 . Jarak antara satu ring dengan yang lainnya adalah 25 meter

dengan lima kali pengambilan data pada setiap titik pengamatan dan diambil nilai yang sering muncul (modus).

3.5 Metode Pengolahan Data

Pengambilan data magnetik bertujuan untuk mengamati besaran medan magnetik total (H) bumi pada titik tertentu. Dari data yang diperoleh akan didapatkan benda magnet terinduksi di mana nilai medan magnet (H) tersebut harus dikurangi oleh nilai medan magnet yang menginduksi sehingga akan menghasilkan nilai medan magnet yang disebut anomali medan magnet.

Data yang diperoleh dari lapangan belum berupa data yang menunjukkan nilai anomali medan magnetik melainkan masih berupa data mentah hasil pengukuran di lapangan di mana masih terdapat pengaruh dari dalam dan luar bumi. Oleh karenanya dibutuhkan suatu koreksi terhadap data lapangan tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan nilai anomali magnetik yang sudah tidak dipengaruhi oleh nilai magnetik dari dalam dan luar bumi tersebut.

3.5.1 Koreksi Harian (*Diurnal Correction*)

Koreksi harian perlu dilakukan karena adanya penyimpangan intensitas medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran dan efek sinar dalam satu hari. Koreksi harian dapat diperoleh dengan mengurangi nilai intensitas magnet pada *base station* dengan rumusan sebagai berikut (Glabmeier, 2009):

$$\Delta H = \frac{t_n - t_a}{t_b - t_a} (H_b - H_a) \quad (3.1)$$

Dimana :

t_n : Waktu saat pengukuran (sekon)

t_a : Waktu saat pengukuran di base awal (sekon)

t_b : Waktu terukur di base akhir (sekon)

H_b : Nilai medan magnet total pada base akhir (nT)

H_a : Nilai medan magnet total pada base awal (nT)

3.5.2 Koreksi IGRF

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan kontribusi medan magnet utama pada hasil pengukuran lapangan. Setelah mendapatkan nilai koreksi harian dan koreksi IGRF maka didapatkan nilai anomali medan magnet, yang secara matematis dapat ditulis (Sarkowi, 2010):

$$\Delta H = H_{total} - \Delta H_{harian} - H_{IGRF} \quad (3.2)$$

Adapun untuk mendapatkan nilai IGRF dengan memasukkan koordinat pada *base station*, tanggal pengambilan data dan elevasi titik pengukuran. Nilai IGRF diperbarui setiap lima tahun sekali. Nilai IGRF dapat diakses dengan cara online melalui alamat website

<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml#igrfwmm>

gambar tampilan kalkulator IGRF seperti gambar berikut :

The screenshot displays the 'Calculate Magnetic Field' web interface. It includes input fields for Latitude (7.528144444), Longitude (112.2006833), and Elevation (31). The 'Model' is set to 'IGRF (1990-2024)'. The 'Start Date' is 2020-11-11 and the 'End Date' is 2020-11-12. The 'Result format' is set to 'HTML'. A 'Calculate' button is visible.

Below the input fields, there is a 'Lookup Latitude / Longitude' section with a 'Location' input field and a 'Get & Add Lat / Lon' button.

The main output is a table titled 'Magnetic Field' showing the results of the calculation. The table includes columns for Date, Declination, Inclination, Horizontal Intensity, North Comp, East Comp, Vertical Comp, and Total Field. The data is presented for the period 2020-09-28 to 2020-09-28, with a 'Change/year' row showing the rate of change for each component.

Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2020-09-28	0.8524°	-31.3657°	38,180.2 nT	38,176.0 nT	568.0 nT	-23,273.9 nT	44,714.6 nT
Change/year	-0.0462°/yr	0.0923°/yr	38.1 nT/yr	38.6 nT/yr	-30.2 nT/yr	61.1 nT/yr	0.7 nT/yr

Gambar 3.2 Tampilan Nilai IGRF

3.5.3 Reduksi ke Bidang Datar

Data anomali yang diperoleh masih terletak mengikuti bidang topografi, sehingga akan menyebabkan kesalahan pada saat melakukan interpretasi. Oleh karena itu data anomali tersebut harus ditransformasi pada suatu bidang dengan ketinggian yang sama. Kesalahan yang mungkin timbul jika dilakukan interpretasi pada bidang yang tidak rata, disebabkan oleh ketinggian data pengukuran yang tidak teratur.

Suatu metode yang dapat dipergunakan untuk membawa data medan potensial hasil observasi yang masih terdistribusi pada bidang yang tidak horizontal (misalnya bidang topografi) ke bidang horizontal adalah melalui pendekatan Deret Taylor.

Deret Taylor menggunakan fungsi turunan pada suatu titik kemudian mengekstrapolasi fungsi ke sekitar titik tersebut. Sehingga Deret Taylor dapat digunakan untuk memprediksi nilai medan potensial pada titik-titik di luar bidang observasi.

3.5.4 Kontinuasi ke Atas

Upward Continuation atau Kontinuasi ke atas adalah proses reduksi data magnetik terhadap ketinggian. Cara ini diharapkan dapat menekan noise-noise frekuensi tinggi dengan benda-benda magnetik di sekitarnya.

Penentuan nilai ketinggian dilakukan menurut keinginan kita dan tergantung dari efek yang ingin dihilangkan atau ditampilkan. Akan tetapi pada prosesnya kontinuasi ini tidak boleh menghilangkan body anomali yang ada. Karena target dari proses ini adalah untuk menentukan body anomali dari peta anomali yang sudah ada. Karenanya proses kontinuasi ini tidak bisa dilakukan

sembarangan. Besar ketinggian yang digunakan untuk mengangkat bidang pengamat tidak boleh terlalu besar, karena dapat mengakibatkan hilangnya informasi pada daerah tersebut.

3.5.5 Reduksi ke Kutub

Transformasi Reduction to Pole (RTP) atau reduksi ke kutub merupakan salah satu transformasi yang digunakan dalam proses interpretasi data magnetik. Adapun yang mendasari dilakukannya transformasi ini adalah adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah, sehingga transformasi ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnetik.

3.6 Tahapan Interpretasi Data

Interpretasi data dapat dilakukan dengan dua cara yaitu interpretasi secara kuantitatif dan interpretasi secara kualitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada analisis peta kontur anomali lokal sedangkan interpretasi kuantitatif dilakukan dengan bantuan program Mag2dc. Interpretasi kualitatif bertujuan untuk menduga benda penyebab anomali kemudian untuk melokalisasi daerah yang mempunyai anomali.

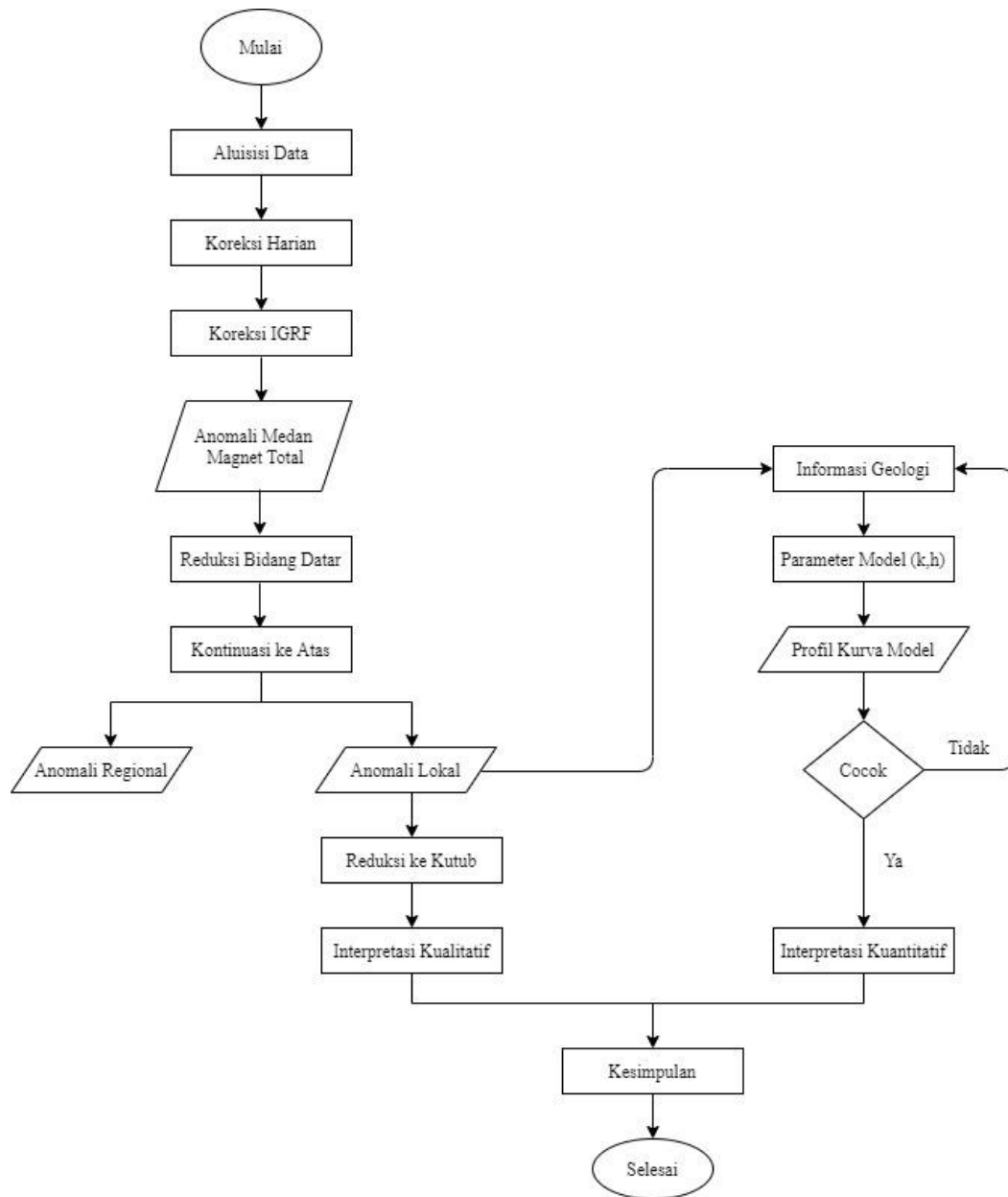
Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan bentuk atau model dan kedalaman anomali atau struktur geologi melalui pemodelan matematis. Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan software mag2dc for window v 1.2. pemodelan pada software mag2dc adalah menggunakan metode forward modeling (pencocokan profil model dengan profil data lapangan) dengan metode *trial and error* (coba-coba).

Program ini terdiri dari dua parameter. Parameter pertama merupakan parameter tetap dan parameter dua merupakan parameter variabel. Parameter tetap terdiri dari nilai intensitas magnetik daerah pengukuran sesuai IGRF, sudut inklinasi, sudut deklinasi dan profil bearing.

Parameter kedua terdiri dari kedalaman, bentuk poligon dan nilai suseptibilitas. Parameter ini merupakan parameter yang akan dicari nilainya. Perubahan nilai pada parameter ini akan didapatkan model lapisan bawah permukaan.

Data anomali medan magnet pada peta kontur dibuat garis melalui anomali rendah dan anomali tinggi (*line section*). Data *line section* selanjutnya akan digunakan sebagai masukan dalam pembuatan model struktur bawah permukaan.

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

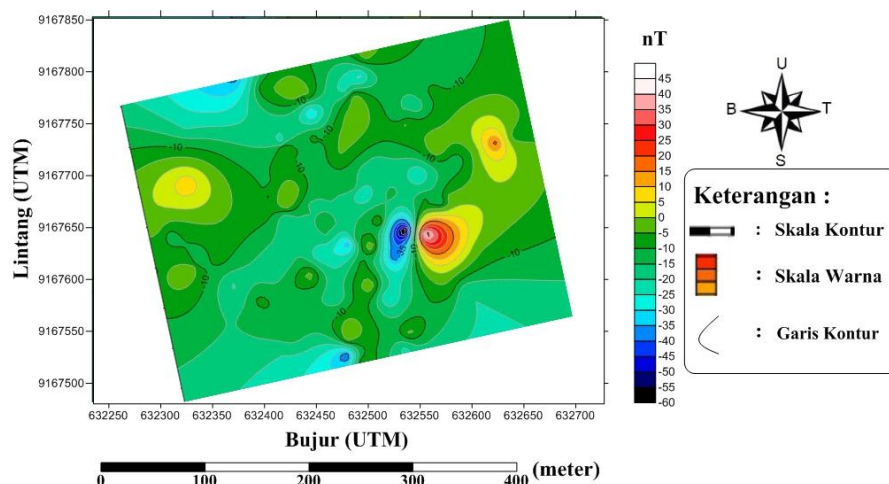
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Geomagnetik merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika pasif untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan berdasarkan nilai anomali medan magnet bumi. Data hasil pengukuran lapangan berjumlah 129 data dengan luas 700 x 600 m dengan jarak antar ring 25 meter. Selain itu, di lapangan juga mencatat koordinat titik pengukuran, ketinggian, dan waktu pada setiap titik pengukuran yang akan digunakan untuk *plotting* persebaran data.

4.1 Analisis dan Pembahasan

4.1.1 Anomali Medan Magnet

Anomali medan magnet adalah nilai dari medan magnet pada suatu titik pengukuran yang dihasilkan oleh batuan yang bersifat magnetik yang terdapat di bawah permukaan bumi. Untuk mendapatkan nilai anomali medan magnet total dilakukan koreksi harian dan koreksi IGRF. Kontur anomali medan magnet total dapat dilihat pada gambar berikut:

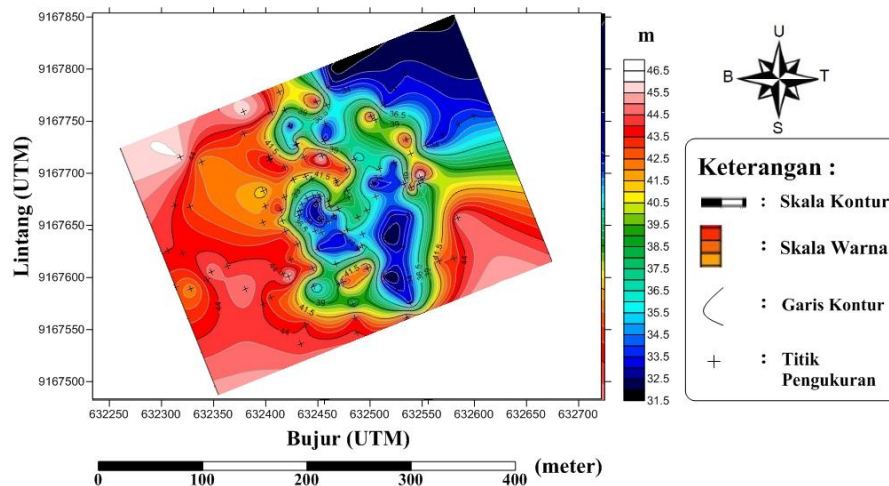


Gambar 4.1 Kontur Nilai Anomali Medan Magnet Total

Gambar (4.1) merupakan nilai anomali medan magnet total pada daerah penelitian dengan nilai berkisar -60 nT hingga 45 nT. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna biru tua hingga warna biru muda dengan nilai anomali berkisar -60 nT hingga -21 nT. Anomali sedang ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga jingga dengan nilai anomali berkisar -21 nT hingga 16 nT. Sedangkan untuk anomali tinggi ditunjukkan dengan warna merah hingga warna putih dengan nilai anomali berkisar 25 nT hingga 45 nT. Nilai-nilai yang tercantum pada skala menunjukkan perbedaan anomali yang menunjukkan sifat batuan atau benda magnetik yang terdapat pada area penelitian.

4.1.2 Topografi

Data nilai ketinggian (elevasi) merupakan data penting dalam pembuatan peta kontur topografi yang menggambarkan kondisi topografi area penelitian. Peta kontur topografi dapat dibuat dengan *Software Surfer 13* dengan memasukkan nilai koordinat lintang pada kolom X, koordinat bujur pada kolom Y dan ketinggian pada kolom Z. peta kontur topografi ditunjukkan pada gambar berikut:

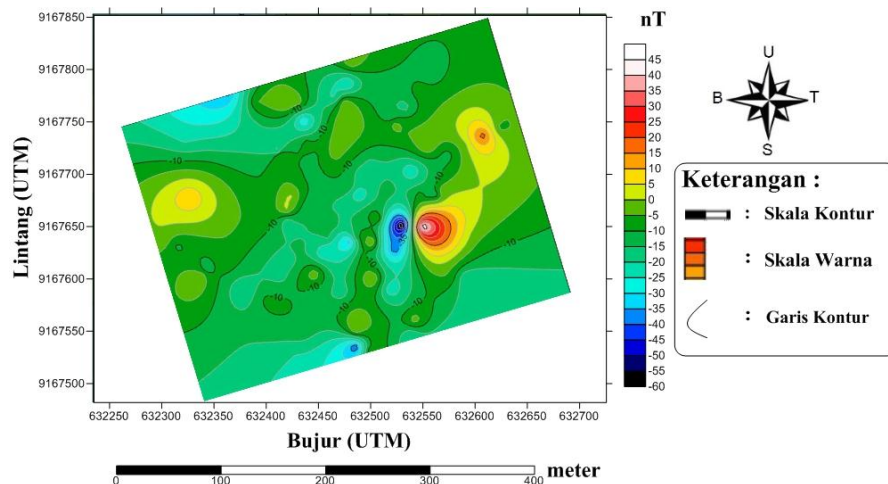


Gambar 4.2 Kontur Topografi Beserta Titik Pengukuran

Gambar (4.2) menunjukkan adanya daerah tinggi dan rendah pada area penelitian. Warna biru tua hingga biru muda dengan elevasi 31.5 m hingga 38 m menunjukkan area dengan ketinggian rendah. Warna hijau tua hingga jingga dengan elevasi 38.5 m hingga 43 m menunjukkan area dengan ketinggian sedang. Warna merah hingga warna putih dengan elevasi 43.5 m hingga 46.5 m menunjukkan area dengan ketinggian yang tinggi.

4.1.3 Reduksi Bidang Datar

Reduksi bidang datar dilakukan untuk pada data anomali medan magnet total yang masih tersebar di topografi. Data yang didapat masih terpengaruh oleh efek variasi ketinggian. Reduksi bidang datar bertujuan untuk mereduksi efek distorsi anomali medan magnet akibat variasi ketinggian. Gambar di bawah ini menunjukkan anomali medan magnet total setelah direduksi ke bidang datar pada ketinggian rata-rata 32 mdpl :



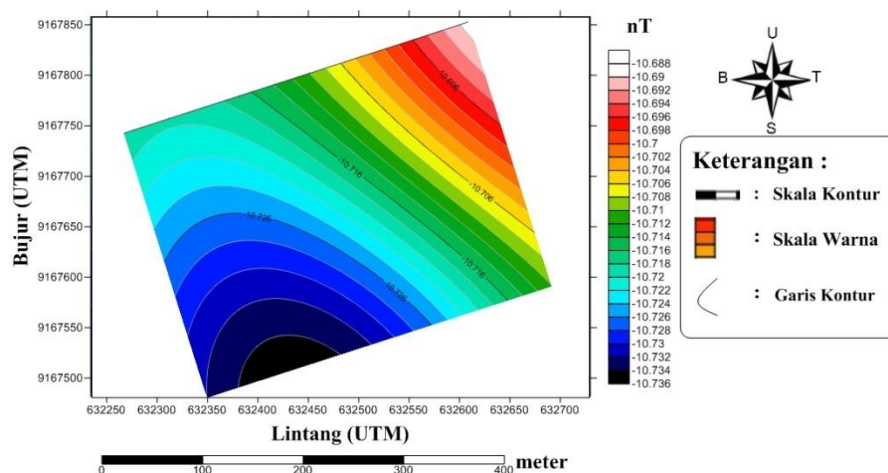
Gambar 4.3 Kontur Anomali Medan Magnet Hasil Reduksi Bidang Datar Menggunakan *Software Matlab*

Berdasarkan gambar (4.3) di atas, besar nilai anomali medan magnet total setelah direduksi ke bidang datar berkisar dari -60 nT sampai dengan 45 nT. Berdasarkan hasil tersebut anomali dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu anomali rendah, anomali sedang dan anomali tinggi. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna biru tua sampai dengan biru muda yang berkisar dari anomali -60 nT sampai dengan anomali -15 nT. Anomali sedang ditunjukkan dengan warna hijau hingga jingga dengan kisaran anomali -14 nT sampai dengan 15 nT. Anomali tinggi ditunjukkan dengan warna merah hingga putih yang berkisar dari 16 nT sampai dengan 45 nT.

4.1.4 Kontinuasi Ke Atas (*Upward Continuation*)

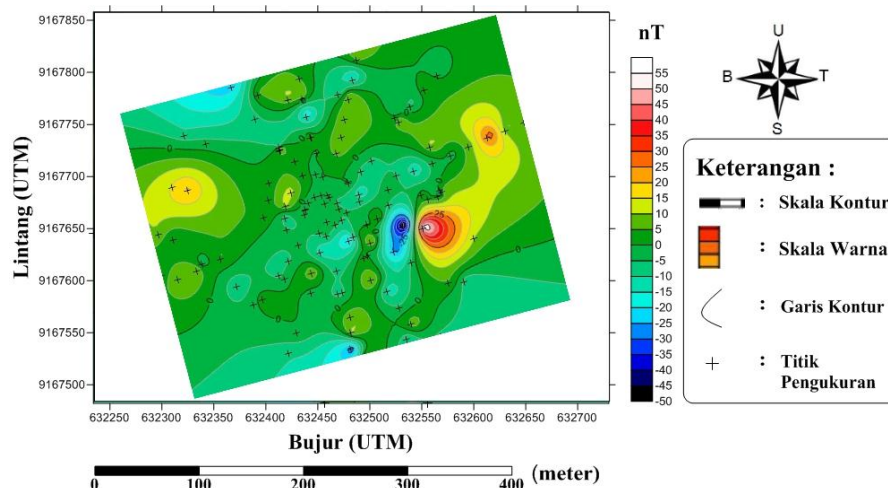
Hasil yang didapat dari transformasi ke bidang datar masih terdiri dari anomali lokal dan juga anomali regional. Pada tahap kontinuasi ke atas ini dilakukan pemisahan antara anomali lokal dan regional. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan anomali lokal yang berasal dari batuan yang menjadi target di bawah permukaan pada area penelitian.

Proses kontinuitas ke atas dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*) dari ketinggian 100 meter hingga 1000 meter di atas permukaan laut. Dari beberapa hasil percobaan yang cocok dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, dipilih hasil pada ketinggian 800 meter karena menunjukkan anomali lokal yang cenderung stabil. Berikut hasil anomali regional dan anomali lokal setelah dilakukan kontinuitas ke atas:



Gambar 4.4 Kontur Nilai Anomali Regional Hasil Kontinuitas Ke Atas

Berdasarkan gambar (4.4) dapat diketahui bahwa nilai anomali regional berkisar dari -10.736 nT sampai dengan -10.688 nT. Nilai anomali lokal dapat diperoleh dengan pengurangan nilai anomali regional yang telah diperoleh dari proses kontinuitas ke atas terhadap nilai anomali medan magnet total hasil reduksi bidang datar, berikut hasil kontur anomali lokal:



Gambar 4.5 Kontur Nilai Anomali Lokal Hasil Kontinuasi Ke Atas

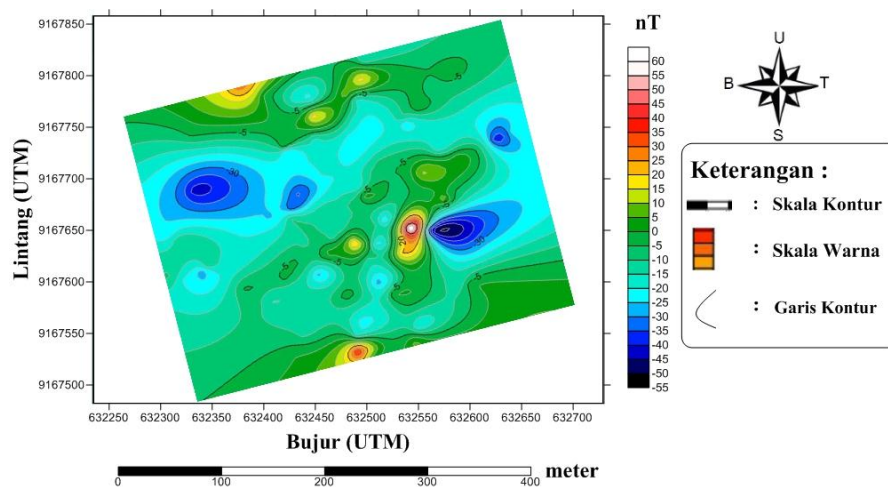
Berdasarkan gambar (4.5) dapat diketahui besar nilai anomali lokal berkisar dari -50 nT sampai dengan 55 nT. Secara kualitatif, pola kontur anomali lokal dibagi menjadi tiga, yaitu anomali rendah, sedang dan tinggi. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna biru tua sampai dengan biru muda yang berkisar dari anomali -50 nT sampai dengan anomali -15 nT. Anomali sedang ditunjukkan dengan warna hijau hingga jingga dengan kisaran anomali -14 nT sampai dengan 26 nT. Anomali tinggi ditunjukkan dengan warna merah hingga putih yang berkisar dari 27 nT sampai dengan 55 nT.

4.1.5 Reduksi Ke Kutub (*Reduction to Pole*)

Reduksi ke kutub (*Reduction to Pole*) merupakan proses transformasi untuk merubah nilai anomali yang awalnya berbentuk dipol (bermuatan positif dan negatif) ditransformasikan menjadi monopole (bermuatan positif). Proses transformasi ini dilakukan dengan cara merubah arah medan magnet di daerah pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnet. Di mana sudut inklinasi di daerah penelitian yang bernilai -31.3657° dirubah menjadi 90° , dan

sudut deklinasi yang bernilai 0.8542° dirubah menjadi 0° , sehingga seolah-olah pengukuran dilakukan di kutub utara magnet bumi.

Reduksi ke kutub bertujuan untuk memosisikan nilai anomali medan magnet tepat di atas objek penelitian. Proses transformasi ini dilakukan dengan bantuan *Software Magpick*. Seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



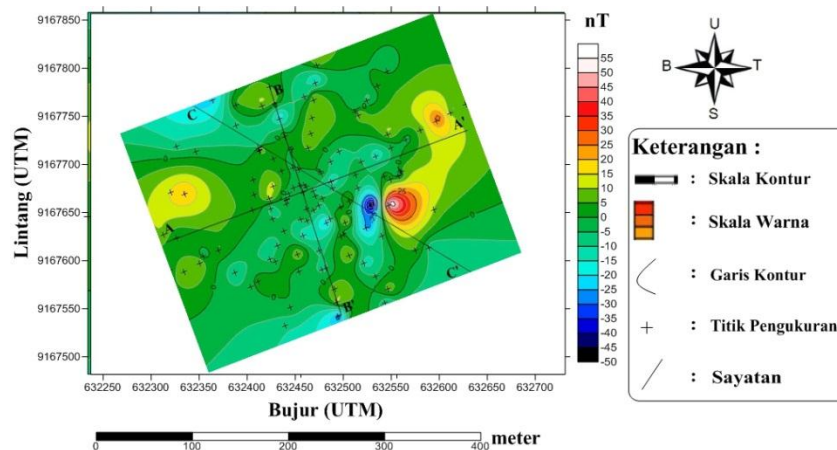
Gambar 4.6 Kontur Nilai Anomali Hasil Reduksi ke Kutub

Berdasarkan gambar (4.6) di atas dapat diketahui perbedaan nilai anomali yang signifikan jika dibandingkan dengan nilai anomali magnetik lokal sebelum direduksi ke kutub, dimana setelah dilakukan reduksi ke kutub nilai kemagnetanannya menjadi lebih tinggi yang ditunjukkan adanya pola klosur anomali tinggi dan anomali rendah dari 60 nT hingga -55 nT.

4.2 Model Penampang Dua Dimensi (2D)

Pemodelan 2D dilakukan dengan menganalisa penampang anomali lokal sepanjang profil irisan (*slice*), yang bertujuan untuk mengetahui model bawah permukaan yang menunjukkan posisi target struktur geologi bawah permukaan di area penelitian. Target dari penelitian ini adalah struktur bawah permukaan

kubangan lumpur yang tersebar pada area penelitian. Untuk memperjelas struktur bawah permukaan yang terdapat di bawah permukaan pada area penelitian, maka di buat tiga irisan anomali. Profil irisan tersebut yaitu irisan A-A', B-B' dan C-C' yang dapat dilihat pada gambar berikut:

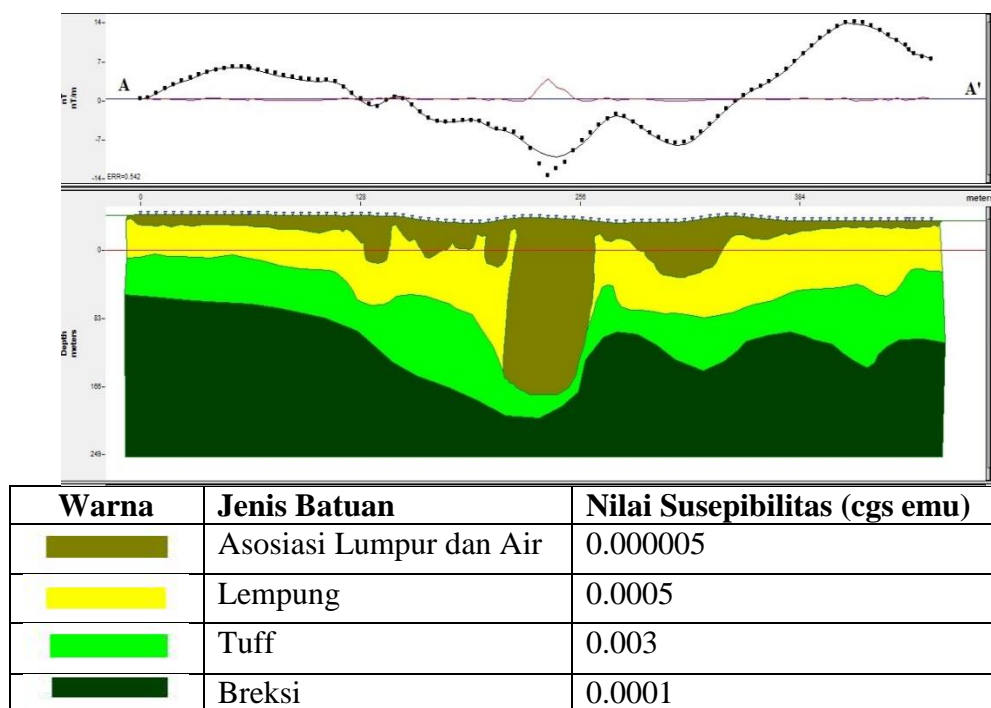


Gambar 4.7 Irisan pada Kontur Anomali Lokal

Irisan data dilakukan dengan menggunakan *Software Surfer 13* kemudian hasil irisan digunakan sebagai input ketika melakukan pemodelan. Proses pemodelan dilakukan menggunakan *Software Oasis Montaj*, prinsip kerja dari proses ini menggunakan konsep *forward modelling* dengan teknis menyamakan bentuk dari anomali pengamatan (*Observed*) berupa garis putus-putus dengan anomali perhitungan (*Calculated*) berupa garis tegas pada penampang anomali model. Hasil dari penyamaan kurva tersebut secara tidak langsung menghasilkan gambaran model dan struktur geologi bawah permukaan. Proses penyamaan tersebut menggunakan metode coba-coba (*trial and error*) sehingga dalam pengerjaannya diperlukan ketelitian dan iterasi sampai didapatkan hasil error terkecil, karena semakin kecil nilai error perhitungan terhadap error referensi akan menunjukkan validitas data pada pemodelan yang dilakukan.

4.2.1 Penampang Irisan A-A'

Penampang anomali pada irisan A-A' gambar (4.8) memotong pola anomali sedang di sebelah barat area penelitian dengan melewati daerah kubangan lumpur hingga daerah dengan anomali sedang di sebelah timur area penelitian dengan panjang lintasan 467 meter. Model dua dimensi (2D) pada irisan A-A' ditunjukkan gambar berikut:



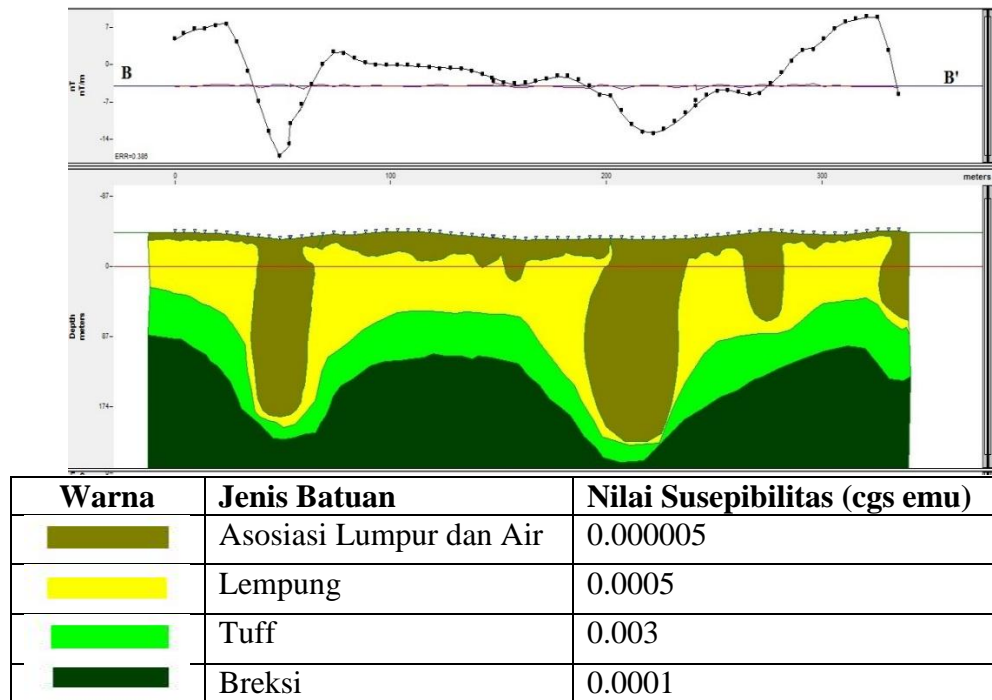
Gambar 4.8 Model 2D Bawah Permukaan pada Irisan A-A'

Berdasarkan gambar (4.8) di atas dapat dilihat bahwa model bawah permukaan pada penampang irisan A-A' terdiri dari 4 lapisan dengan nilai error 0.5. Pada lapisan pertama, memiliki nilai suseptibilitas 0.000005 cgs emu yang diinterpretasi sebagai lumpur yang berasosiasi dengan air. Lumpur pada lapisan pertama terdapat pada kedalaman $\pm 0-175$ meter, hal ini sesuai dengan informasi geologi lapangan dibuktikan dengan gambar pada lampiran II, lumpur juga

terdapat pada permukaan. Lumpur pada area penelitian merupakan aluvium endapan sungai dan endapan banjir dari Sungai Brantas, Sungai Widas, Sungai Brangkal dan beberapa sungai lainnya. Dengan warna kuning keruh kehitaman yang bersifat mudah lepas atau gembur. Dari proses pengendapan tersebut, menyebabkan area tersebut didominasi lapisan lumpur. Beberapa kubangan yang terlihat pada penampang tersebut terisi lumpur yang berasosiasi dengan air namun dengan kadar air yang bervariasi. Pada lapisan kedua didominasi lapisan lempung dengan nilai suseptibilitas 0.0005 cgs emu. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 6-145$ meter dan memiliki ketebalan yang beragam. Pada lapisan ketiga, memiliki nilai suseptibilitas 0.003 cgs emu yang diinterpretasi sebagai tuff. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 10-201$ meter dan memiliki ketebalan ± 50 meter. Diduga merupakan hasil dari pengendapan hasil erosi batuan gunung api. Lapisan ke empat dengan nilai suseptibilitas 0.0001 cgs emu yang diinterpretasi sebagai batu breksi terdapat pada kedalaman ± 53 meter. Lapisan ini terbentuk dari endapan piroklastika hasil kegiatan erupsi Gunung Kelud. Di mana hal ini didasarkan pada informasi geologi lembar Kediri.

4.2.2 Penampang Irisan B-B'

Penampang anomali pada irisan B-B' gambar (4.9) memotong pola anomali rendah di sebelah utara daerah penelitian dengan melewati daerah kubangan lumpur hingga daerah dengan anomali rendah di sebelah selatan area penelitian. Dengan Panjang lintasan 344 meter. Model dua dimensi (2D) pada irisan B-B' ditunjukkan gambar berikut:



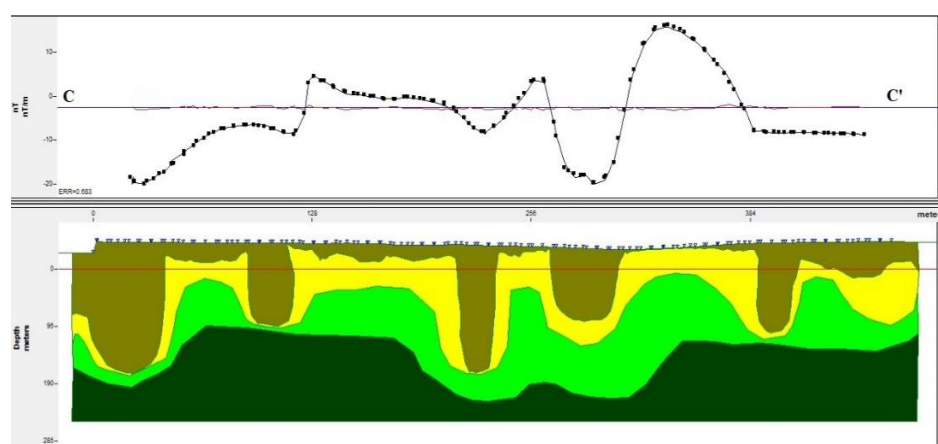
Gambar 4.9 Model 2D Bawah Permukaan pada Irisan B-B'




Berdasarkan gambar (4.9) di atas, dapat dilihat bahwa model bawah permukaan pada penampang irisan B-B' terdiri dari 4 lapisan dengan nilai error 0.3. Pada lapisan pertama, memiliki nilai suseptibilitas 0.000005 cgs emu yang diinterpretasi sebagai lumpur yang berasosiasi dengan air. Lumpur pada lapisan pertama terdapat pada kedalaman ± 0 -214 meter, hal ini sesuai dengan informasi geologi lapangan dibuktikan dengan gambar pada lampiran II, lumpur juga terdapat pada permukaan. Lumpur pada area penelitian merupakan aluvium endapan sungai dan endapan banjir dari Sungai Brantas, Sungai Widas, Sungai Brangkal dan beberapa sungai lainnya. Dengan warna kuning keruh kehitaman yang bersifat mudah lepas atau gembur. Dari proses pengendapan tersebut menyebabkan area tersebut didominasi lapisan lumpur. Beberapa kubangan yang terlihat pada penampang tersebut terisi lumpur yang berasosiasi dengan air namun dengan kadar air yang bervariasi. Pada lapisan kedua, didominasi lapisan


lempung dengan nilai suseptibilitas 0.0005 cgs emu. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 4-210$ meter dan memiliki ketebalan yang beragam. Pada lapisan ketiga, memiliki nilai suseptibilitas 0.003 cgs emu yang diinterpretasi sebagai tuff. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 28 - 241$ meter dan memiliki ketebalan ± 50 meter. Diduga merupakan hasil dari pengendapan hasil erosi batuan gunung api. Lapisan ke empat dengan nilai suseptibilitas 0.0001 cgs emu yang diinterpretasi sebagai batu breksi terdapat pada kedalaman ± 85 meter. Lapisan ini terbentuk dari endapan piroklastika hasil kegiatan erupsi Gunung Kelud. Di mana hal ini didasarkan pada informasi geologi lembar Kediri.

4.2.3 Penampang Irisan C-C'

Penampang anomali pada irisan C-C' gambar (4.11) memotong pola anomali rendah di sebelah barat laut daerah penelitian dengan melewati daerah kubangan lumpur yang kedua hingga daerah dengan anomali rendah di sebelah tenggara area penelitian. Dengan Panjang lintasan 472 meter. Model dua dimensi (2D) pada irisan C-C' ditunjukkan gambar berikut :



Warna	Jenis Batuan	Nilai Suseptibilitas (cgs emu)
	Asosiasi Lumpur dan Air	0.000005
	Lempung	0.0005
	Tuff	0.003

	Breksi	0.0001
---	--------	--------

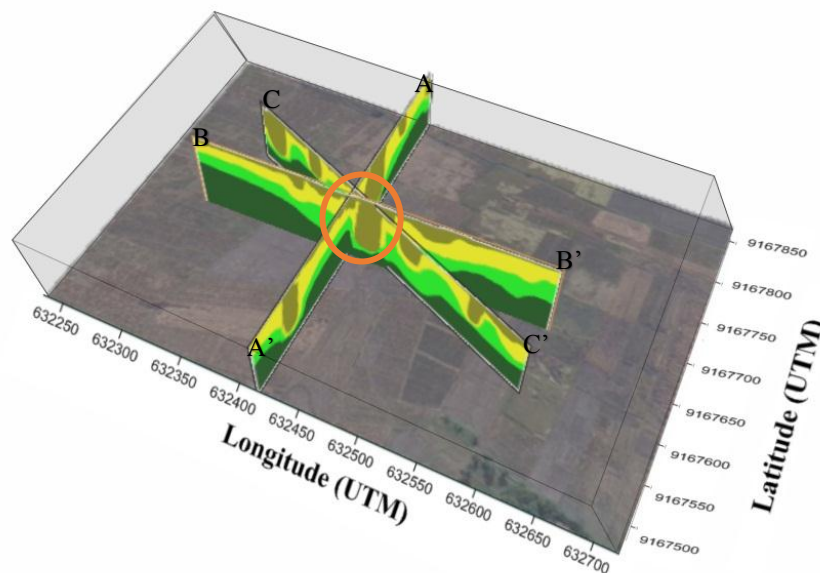
Gambar 4.10 Model 2D Bawah Permukaan pada Irisan C-C'

Berdasarkan gambar (4.10) di atas dapat dilihat bahwa model bawah permukaan pada penampang irisan C-C' terdiri dari 4 lapisan dengan nilai error 0.9. Pada lapisan pertama memiliki nilai suseptibilitas 0.000005 cgs emu yang diinterpretasi sebagai lumpur yang berasosiasi dengan air. Lumpur pada lapisan pertama terdapat pada kedalaman $\pm 0 - 171$ meter, hal ini sesuai dengan informasi geologi lapangan dibuktikan dengan gambar pada lampiran II, lumpur juga terdapat pada permukaan. Lumpur pada area penelitian merupakan aluvium endapan sungai dan endapan banjir dari Sungai Brantas, Sungai Widas, Sungai Brangkal dan beberapa sungai lainnya. Dengan warna kuning keruh kehitaman yang bersifat mudah lepas atau gembur. Dari proses pengendapan tersebut menyebabkan area tersebut didominasi lapisan lumpur. Beberapa kubangan yang terlihat pada penampang tersebut, terisi lumpur yang berasosiasi dengan air namun dengan kadar air yang bervariasi. Pada lapisan kedua didominasi lapisan lempung dengan nilai suseptibilitas 0.0005 cgs emu. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 123-211$ meter dan mempunyai ketebalan yang beragam. Pada lapisan ketiga memiliki nilai suseptibilitas 0.003 cgs emu yang diinterpretasi sebagai tuff. Lapisan ini terdapat pada kedalaman $\pm 167 - 240$ meter dan memiliki ketebalan ± 50 meter. Diduga merupakan hasil dari pengendapan hasil erosi batuan gunung api. Lapisan ke empat dengan nilai suseptibilitas 0.0001 cgs emu yang diinterpretasi sebagai batu breksi, terdapat pada kedalaman ± 85 meter. Lapisan ini terbentuk dari endapan piroklastika hasil kegiatan erupsi

Gunung Kelud. Di mana hal ini didasarkan pada informasi geologi lembar Kediri.

4.3 Model Penampang Tiga Dimensi (3D)

Model penampang tiga dimensi (3D) merupakan model penampang gabungan dari beberapa model dua dimensi (2D) yaitu irisan A-A', B-B', dan C-C' yang saling berpotongan satu sama lain yang kemudian dibentuk menjadi model tiga dimensi (3D) dengan bantuan *software blender*. Berikut hasil penampang tiga dimensi (3D):



Gambar 4.11 Model 3D Bawah Permukaan

Gambar (4.11) merupakan model tiga dimensi dari beberapa penampang dari pemodelan dua dimensi sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk melihat kesinambungan potongan dari beberapa sayatan yang dilakukan. Dari penampang dua dimensi yang telah dijelaskan sebelumnya terlihat beberapa kubangan. Pada

pemodelan tiga dimensi ini, dapat dilihat kesinambungan bentuk kubangan sehingga dapat menampilkan bentuk kubangan yang lebih jelas.

4.4 Struktur Geologi Berdasarkan Kajian Al-Qur'an

Telah terbukti secara ilmiah melalui berbagai kajian dan penelitian geofisika maupun geologi bahwa bumi terbentuk dari tujuh lapisan tertentu di dalam zona-zona berurutan di sekelilingnya, dimana bagian luar menutupi bagian dalam hingga ke pusat atau inti bumi. Tujuh lapisan bumi itu sangat berbeda-beda dari segi struktur, kepadatan, suhu dan materialnya berdasarkan perbedaan kedalaman bawah permukaan (*subsurface*).

Al-Qur'an juga telah menjelaskan kepada manusia tentang tujuh lapisan bumi di dalam Q.S. al-Isra'[17]: 44, Q.S. ath-Thalaq [65]: 12 dan Q.S. al-Mulk [67]: 3. Dari sini jelas bahwa al-Qur'an menegaskan suatu fakta bahwa langit itu berlapis tujuh. Begitu pula menegaskan fakta bahwa bumi juga berlapis tujuh. Atas dasar itu, tujuh lapisan ini adalah struktur bumi, tempat hidup Makhluk-Nya. Kesimpulan tersebut ditegaskan Q.S. ath-Thalaq [65]: 12. Penegasan sebutan bumi di dalam al-Qur'an juga selalu dengan kata tunggal, sementara sebutan langit dengan kata tunggal dan jamak. Sementara, sesuai dengan ilmu-Nya yang komprehensif, Allah SWT telah memberikan isyarat bahwa suatu saat pengetahuan manusia akan dapat mencapai fakta tujuh lapis bumi di bawah kaki manusia sendiri.

Sebagaimana al-Qur'an menuturkan kepada umat manusia mengenai tujuh lapis bumi, dalam al-Hadist pun Rasulullah SAW juga bersabda:

مَنْ أَخَذَ مِنَ الْأَرْضِ شَيْئًا يَغَيِّرَ حَقَّهُ خُسْفًا بِهِ يَوْمَ الْقِيَامَةِ إِلَى سَبْعِ أَرَضِينَ

“Barangsiapa mengambil sejengkal tanah (orang lain) secara zalim, maka kelak Allah himpitkan kepadanya pada hari kiamat (dengan) tujuh lapis bumi”(HR.Bukhari)

Penegasan Sabda Rasulullah SAW tersebut mengenai struktur lapisan bumi yang terdiri dari tujuh lapis yang semakin menguatkan fakta-fakta ilmiah dari berbagai hasil penelitian geosains pada saat ini. Al-Qur’an dan al-Hadist telah mendahului ilmu pengetahuan modern dalam mengungkapkan fakta ilmiah ini. Selain itu, al-Qur’an juga telah memberi penjelasan yang tepat mengenai struktur bumi dengan menggunakan kata “thibaqan” (berlapis-lapis).

Model 2D dari beberapa irisan merupakan hasil dari pemodelan struktur bawah permukaan yang didukung oleh beberapa data geosains. Dalam proses interpretasi dibutuhkan data geosains untuk mempermudah. Hasil pemodelan struktur bawah permukaan kubangan lumpur di area penelitian memberikan penafsiran mengenai gambaran atau keadaan geologi di bawah permukaan bumi. Struktur bawah permukaan tersebut terdiri dari lapisan- lapisan tanah (batuan) dengan berbagai macam sifat dan karakteristiknya. Sesuai dengan ilmu geologi, karakteristik berbagai jenis lapisan tanah dibedakan berdasarkan ukuran matrik atau butiran batuan, kerapatan batuan, sifat magnetik dan sifat-sifat fisis yang lain serta berbagai macam sifat kimianya yang dapat memberikan berbagai macam ciri khas terhadap warna dan unsur materi dari lapisan tanah tersebut. Penafsiran struktur lapisan tanah tersebut sesuai dengan penafsiran keadaan geologi lapisan tanah yang senyatanya sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Q.S. Faathir [35]: 27. Segala macam perumpamaan mengenai struktur lapisan-lapisan tanah ini dapat disimpulkan di dalam Firman Allah SWT pada akhir Q.S. ar-Ra’d [13]: 17:

وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَمَا كُنَّا فِي الْأَرْضِ ۖ كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ

“Adapun yang memberi manfaat kepada manusia, Maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan-perumpamaan.” (Q.S. ar-Ra’d [13]: 17).

Ayat lain yang mengungkapkan mengenai kekuasaan Allah SWT yang harus diketahui oleh manusia sebagai pelajaran adalah dalam Q.S. az-Zumar [39]: 27 sebagai berikut:

وَلَقَدْ ضَرَبْنَا لِلنَّاسِ فِي هَٰذَا الْقُرْآنِ مِنْ كُلِّ مَثَلٍ لَعَلَّهُمْ يَتَذَكَّرُونَ

“Sesungguhnya telah Kami buatkan bagi manusia dalam Al Quran ini Setiap macam perumpamaan supaya mereka dapat pelajaran.” (Q.S. az-Zumar [39]: 27)

Ayat di atas menjelaskan tentang segala macam perkembangan ilmu pengetahuan yang pada dasarnya telah ada di dalam al-Qur’an sebagai sumber dan pedoman kehidupan melalui berbagai penjelasan dan perumpamaan di dalamnya. Keingintahuan manusia terhadap rahasia-rahasia alam ditelusuri melalui pendekatan-pendekatan ilmiah. Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini untuk mengetahui struktur lapisan di bawah permukaan bumi adalah pemodelan struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode geomagnetik (*Geomagnetic Method*)

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geomagnetik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemodelan diduga bahwa kubangan lumpur berada pada beberapa titik dan mempunyai kedalaman $\pm 0-214$ meter.
2. Area penelitian tersusun dari beberapa jenis batuan yaitu lumpur dengan suseptibilitas 0.000005 cgs emu, lempung dengan suseptibilitas 0.0005 cgs emu, Tuff dengan suseptibilitas 0.003 cgs emu, dan Batuan Gunung Api dengan suseptibilitas 0.0001 cgs emu.

5.2 Saran

Dari kesimpulan yang diperoleh, maka saran yang dapat diberikan adalah alangkah lebih baiknya dilakukan penelitian lagi dengan memperluas area penelitian pada bagian utara. Hal tersebut berdasarkan peta anomali dan pemodelan yang menunjukkan beberapa cekungan yang diduga dapat berpotensi menjadi kubangan lumpur baru yang belum diketahui kedalamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bird, E.C.F and R. Ongkosongo, 1980. *Enviromental Changes on The Coast Of Indonesia*. Japan :United Nations University
- Bewley dan Black. 1985. *Potensi perkecambahan diLapang. Jurnal Potensi perkecambahan diLapang*. Universitas Sumatera Utara
- Blakely, Richard J. 1995. *Potensial Theory In Gravity And Magnetic Apllication*. New Jersey: Cambridge University Press.
- Boggs, JR, Sam., 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. New Jersey : Second Edition, Prentice-Hall, Inc, A Simon and Schuster Company, Upper Saddle River
- Burger, Henry Robert. 1992. *Exploration Geophysic of the Shallow Subsurface*. New Jersey: Prentice Hall.
- Departemen Agama RI. 1989. *Al-Qur'an Al Karim*. Semarang: Toha Putera.
- Foster, G.R., and L.D. Meyer. 1977. *Soil erosion and sedimentation by water-An overview. Proc. National Symposium on Soil Erosion and Sedimentation by Water*. ASAE Publication 4-77, Amer. Sot. of Agr. Eng., St. Joseph, Mich. p. I-13.
- Friedman, Lawrence, M. & Macaulay, Stewart. , 1977.*Law and Behavioral Science*, The Bobbs- Memill Company Inc, New York.
- Glabmeier, Karl Heinz. 2009. *Geomagnetic Field Variatons*. Berlin: Springer
- Google Inc. 2016. Google Maps: Peta Lokasi Desa Banjardowo Jombang dalam <http://maps.google.com/>
- Kurniati, Asih, Kharisma N, Aulia. 2008. *Buku Panduan Workshop Geofisika*. Malang: Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics*, 3rd Edition, England: John willey and Sons Ltd.
- Munadi, Suprajitno. 2001. *Instrumentasi Geofisika. Program Studi Geofisika*. Depok: Jurusan Fisika FMIP, Universitas Indonesia.
- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi*. Bogor: Universitas Pakuan.

- Ongkosongo, O.S.R., 1982. *The Nature Of Coastline Change In Indonesia. The Indonesia Journal Of Geography*.
- Reynolds, J, M. 1997. *Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Wiley Inc.
- Santosa, S. dan S. Atmawinata, T., 1992, *Peta Geologi Lembar Kediri, Jawa Timur, skala 1 : 100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sampurno, Joko. 2011. *Pendugaan Potensi Bijih Besi Di Desa Bulik Kecamatan Nanga Bulik Kab. Lamandau Kalimantan Tengah Dengan Metode Geomagnet*. Jurnal Positron, Vol.1.
- Sarkowi, Muh. 2010. *Buku Ajar Pengantar Teknik Geofisika*. Lampung: Universitas Lampung
- Sharma, P. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Silalahi, Bennet. 2004. *Corporate Culture & Performance Appraisal*. Jakarta: Yayasan Pendidikan Al. Hambra
- Sudarmaji, E. V. Budiadi. 2005. *Pengukuran Medan Magnetik Total Daerah Gedong Songo dan Bawean, Ambarawa, Semarang, Jawa Tengah*. Jurnal Fisika Indonesia no. 27 Volume IX Edisi Agustus 2000.
- Suripin. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Tanah Dan Air*. Yogyakarta.
- Telford, M. W, Gerdart, L. , Sheriff, R. E, Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Telford, M. W, Gerdart, L. , Sheriff, R. E, Keys, D.A. 1993. *Applied Geophysics*. USA: Cambridge University Press.
- Untung, Mohammad. 2001. *Dasar-Dasar Magnet Dan Gaya Berat Serta Beberapa Penerapan*. Indonesia: Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia.
- Yodfiatfinda., 1991. *Studi Tentang Keadaan Sedimen Dasar dan Makro Benthos di sekitar Muara Jaya Sungai Citarum*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 105 hal.
- Yuswadi. 1982. *Pengembangan Model Hidrologi dengan Sistem Parameter Terestribusi pada Daerah Aliran Sungai untuk Penanggulangan Masalah Sumber Daya Alam*. Yogyakarta: Prosinding Seminar.

LAMPIRAN

Lampiran I Data penelitian

a. Hari Pertama (Kamis, 12 November 2020)

no	Titik	Koordinat		ELEVASI	WAKTU			AVERAGE
		Lintang	Bujur	(meter)	JAM	MENIT	SEKON	
base		7°31'54.6	112°12'4.02	25	15	15	54900	18310.0
1	006	7°31'42.18	112°12'1.86	32	15	22	55320	18452.3
2	lumpur	7°31'41.4	112°12'1.98	32	15	25	55500	18513.3
3	15	7°31'41.22	112°12'2.22	34	15	27	55620	18554.0
4	14	7°31'41.1	112°12'2.16	35	15	30	55800	18615.0
5	13	7°31'41.04	112°12'1.92	35	15	35	56100	18716.7
6	12	7°31'41.04	112°12'1.62	35	15	37	56220	18757.3
7	11	7°31'41.22	112°12'1.32	35	15	39	56340	18798.0
8	10	7°31'41.46	112°12'1.12	36	15	42	56520	18859.0
9	9	7°31'41.64	112°12'1.03	34	15	46	56760	18940.3
10	8	7°31'41.44	112°12'1.12	34	15	49	56940	19001.3
11	7	7°31'42.3	112°12'6.54	35	16	3	57780	19266.3
12	6	7°31'42.54	112°12'1.44	35	16	5	57900	19307.0
13	5	7°31'42.72	112°12'1.68	35	16	8	58080	19368.0
14	4	7°31'42.36	112°12'2.16	35	16	11	58260	19429.0
15	3	7°31'42.24	112°12'2.46	33	16	16	58560	19530.7
16	2	7°31'42	112°12'2.76	37	16	18	58680	19571.3
17	1	7°31'41.76	112°12'2.46	40	16	21	58860	19632.3
18	16	7°31'41.52	112°12'2.46	39	16	24	59040	19693.3
19	18	7°31'41.7	112°12'3.36	39	16	25	59100	19713.7
20	17	7°31'41.4	112°12'3.42	38	16	27	59220	19754.3
21	32	7°31'40.8	112°12'3.12	41	16	29	59340	19795.0
22	31	7°31'40.32	112°12'2.16	39	16	34	59640	19896.7
23	30	7°31'40.14	112°12'1.92	41	16	37	59820	19957.7
24	29	7°31'40.08	112°12'1.38	41	16	40	60000	20018.7
base		7°31'54.6	112°12'4.02	25	17	5	61500	20507.3

no	Titik	KOREKSI		
		DIURNAL	IGRF	ANOMALI TOTAL
base		0	44714.8	-0.833333333
1	006	-0.13363636	44714.8	-13.49969697
2	lumpur	-0.19090909	44714.8	-15.24242424
3	15	-0.22909091	44714.8	-14.00424242
4	14	-0.28636364	44714.8	-14.81363636
5	13	-0.38181818	44714.8	-14.61818182
6	12	-0.42	44714.8	-14.51333333
7	11	-0.45818182	44714.8	-15.37515152
8	10	-0.51545455	44714.8	-13.55121212
9	9	-0.59181818	44714.8	-15.04151515

10	8	-0.64909091	44714.8	-15.45090909
11	7	-0.91636364	44714.8	-14.35030303
12	6	-0.95454545	44714.8	-15.54545455
13	5	-1.01181818	44714.8	-15.08818182
14	4	-1.06909091	44714.8	-15.03090909
15	3	-1.16454545	44714.8	-16.93545455
16	2	-1.20272727	44714.8	-16.56393939
17	1	-1.26	44714.8	-16.50666667
18	16	-1.31727273	44714.8	-17.44939394
19	18	-1.33636364	44714.8	-19.6969697
20	17	-1.37454545	44714.8	-26.42545455
21	32	-1.41272727	44714.8	-12.82060606
22	31	-1.50818182	44714.8	-11.59181818
23	30	-1.56545455	44714.8	-12.86787879
24	29	-1.62272727	44714.8	-10.57727273
base		0	44714.8	-2.933333333

b. Hari Kedua (Jum'at, 13 November 2020)

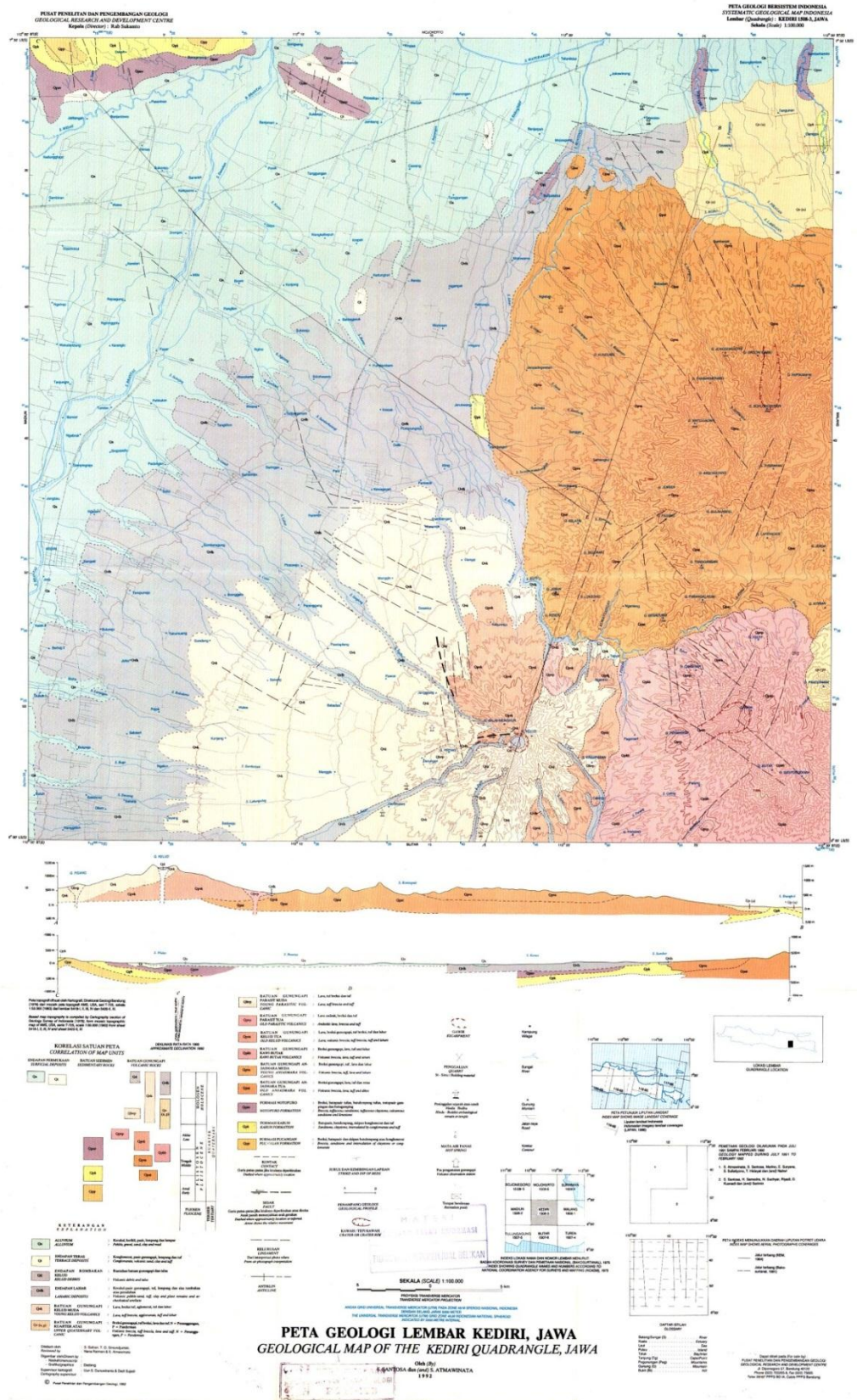
base		7°31'54.6	112°12'4.02	25	7	30	27000	9012.3
25	33	7°31'40.5	112°12'3.72	44	7	40	27600	9215.7
26	48	7°31'39.54	112°12'2.94	46	7	42	27720	9256.3
27	47	7°31'39.3	112°12'2.16	43	7	48	28080	9378.3
28	46	7°31'39.42	112°12'1.2	44	7	50	28200	9419.0
29	45	7°31'40.02	112°11'59.94	41	7	59	28740	9602.0
30	44	7°31'40.68	112°11'59.76	42	8	4	29040	9684.0
31	43	7°31'41.34	112°11'59.4	42	8	7	29220	9745.0
32	42	7°31'40.86	112°12'3.12	43	8	10	29400	9806.0
33	41	7°31'43.32	112°11'59.94	43	8	19	29940	9989.0
34	40	7°31'44.04	112°12'0.72	44	8	30	30600	10212.7
35	24	7°31'42.78	112°12'0.48	43	8	33	30780	10273.7
36	25	7°31'42.06	112°12'0.18	43	8	43	31380	10477.0
37	26	7°31'41.58	112°12'0.24	40	8	50	31800	10619.3
38	27	7°31'41.1	112°12'0.36	44	9	0	32400	10803.0
39	28	7°31'40.62	112°12'0.72	42	9	5	32700	10904.7
40	91	7°31'46.26	112°11'59.52	44	9	7	32820	10945.3
41	108	7°31'46.98	112°11'58.98	44	9	17	33420	11148.7
42	138	7°31'43.98	112°11'59.58	46	9	24	33840	11291.0
43	125	7°31'43.8	112°11'57.6	45	9	30	34200	11413.0
44	92	7°31'44.7	112°11'58.08	44	9	34	34440	11494.3
45	75	7°31'44.58	112°11'58.5	43	9	39	34740	11596.0
46	58	7°31'43.8	112°11'59.4	44	9	49	35340	11799.3
47	76	7°31'42.54	112°11'57.24	44	9	59	35940	12002.7

no	Titik	KOREKSI		
		DIURNAL	IGRF	ANOMALI TOTAL
25	33	-0.011437908	44714.8	-17.82189542
26	48	-0.01372549	44714.8	-4.352941176
27	47	-0.020588235	44714.8	-12.14607843
28	46	-0.022875817	44714.8	-10.71045752
29	45	-0.033169935	44714.8	-10.46683007
30	44	-0.038888889	44714.8	-10.19444444
31	43	-0.042320261	44714.8	-7.357679739
32	42	-0.045751634	44714.8	-9.154248366
33	41	-0.056045752	44714.8	-17.37728758
34	40	-0.068627451	44714.8	-2.098039216
35	24	-0.072058824	44714.8	-14.76127451
36	25	-0.083496732	44714.8	-16.7498366
37	26	-0.091503268	44714.8	-18.74183007
38	27	-0.102941176	44714.8	0.43627451
39	28	-0.108660131	44714.8	-0.224673203
40	91	-0.110947712	44714.8	-12.32238562
41	108	-0.122385621	44714.8	-20.61094771
42	138	-0.130392157	44714.8	-13.73627451
43	125	-0.137254902	44714.8	-21.02941176
44	92	-0.141830065	44714.8	-13.8248366
45	75	-0.14754902	44714.8	-8.385784314
46	58	-0.158986928	44714.8	-18.40767974
47	76	-0.170424837	44714.8	-6.129575163

Lampiran II Gambar Penelitian Data Magnetik



Lampiran III Peta Geologi Area Penelitian





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jln. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rozanah Alimatus Sya'diyah
NIM : 16640016
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Fisika
Judul Skripsi : Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Kubangan
Lumpur Berdasarkan Analisis Data Geomagnet
Pembimbing I : Irjan, M.Si
Pembimbing II : Ahmad Abtokhi, M.Pd

No.	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1.	04 Februari 2020	Konsultasi Bab I dan ACC	
2.	06 April 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
3.	07 April 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4.	30 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5.	02 Desember 2020	Konsultasi RBD	
6.	05 Desember 2020	Konsultasi Upward Continuation	
7.	11 Desember 2020	Konsultasi Slice I	
8.	18 Desember 2020	Konsultasi Slice II	
9.	23 Desember 2020	Konsultasi Slice III	
10.	02 Maret 2021	Konsultasi Integrasi Al-Quran	
11.	15 April 2021	Konsultasi IV, V dan ACC	
12.	21 Juni 2021	Konsultasi Semua BAB, Abstrak, dan ACC	

Malang, 08 Juni 2021
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003